

ACADEMIA DE CIENCIAS
EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

Los progresos de España e Hispanoamérica
en las Ciencias teóricas

DISCURSO

DEL SEÑOR

D. JULIO REY PASTOR

LEIDO EN LA SOLEMNE SESIÓN INAUGURAL DEL CURSO ACADÉMICO DE 1932-33

CELEBRADA EL DÍA 30 DE NOVIEMBRE DE 1932



MADRID

C. BERMEJO, IMPRESOR

STMA. TRINIDAD, 7.—TEL. 31199

1932

*Ve dos veces para ver con
precisión; una sola vez para
ver lo bello.—AMIEL.*

SEÑORES:

Tienen estas solemnidades públicas, que anualmente celebran las Corporaciones científicas, no pequeña semejanza con las asambleas de las entidades industriales, en que se rinde cuenta de los progresos ya realizados y se presenta el programa para los ejercicios venideros. Los accionistas interesados en nuestra labor son todos los contribuyentes españoles que sostienen la no liviana carga de tantos y tan diversos Centros de enseñanza y de investigación como en esta docta Casa están representados; y solamente exhibiéndoles lo mucho ya realizado y también lo mucho que falta por hacer, conquistaremos el derecho a pedirles mayores sacrificios para coronar la obra ya avanzada de la reorganización de las actividades científicas de nuestra patria.

Este deber ante el país y ante nosotros mismos, sumado a nuestra ya vieja afición a penetrar en el problema histórico que a todo patriota consciente debe preocupar, nos conducen una vez más hacia este capítulo de Historia contemporánea, con todos los riesgos que suele llevar aparejado el sentir lo que se dice y el decir lo que se siente.

¿Por qué no ha habido en España matemáticos? Es pregunta que se han formulado con entonaciones diversas cuantos han buceado en nuestro pasado histórico; unos, con negación absoluta de su existencia; otros, queriendo convencerse a sí mismos de lo contrario, con interminables relaciones de profesores y tratadistas; pero unos y otros, con pleno reconocimiento de nuestra constante inferioridad en este género de investigaciones respecto de otras disciplinas científicas, durante toda la edad moderna.

Pero, con ser, al parecer, antagónicas entrambas apreciaciones, tienen como base común el error del postulado en que se apoyan, y una vez negado éste, la discrepancia entre las dos posiciones resulta puramente cuantitativa, y hasta son ambas perfectamente admisibles, a la manera como coexisten y se completan las geometrías no euclidianas dentro del superior organismo de la geometría absoluta, después de desechado el *a priori* que las separaba de modo irreductible.

Analícemos, pues, el singular problema, encuadrándolo en el marco más general de nuestra producción científica de todo género, haciendo previamente el indispensable estudio discriminativo de la ciencia empírica y de la ciencia teórica, y deteniéndonos con especial complacencia en los dominios de la Física, gloria epónima del siglo. Al señor, el honor.

A través del análisis epistemológico y paralelamente con él, irá perfilándose el endeble cuerpo de este discurso, inferior al tema y a la ocasión, sobre *los progresos de España e Hispanoamérica en las ciencias teóricas*.

Nuestro panorama científico en el siglo XIX.

Sólo cuando se vuelve la vista al paisaje del valle se aprecia la ascensión en la ladera. En las postrimerías del siglo pasado habría parecido insólita pretensión para los hispanoparlantes la de colaborar en el progreso de la Ciencia y ser admitidos en las altas tribunas desde donde se dan a conocer al mundo las nuevas aportaciones; siendo sobremanera paradójico que casi los únicos intentos, siempre tímidos y con frecuencia malogrados, procedían de los tildados de pesimistas y aun de antipatriotas; pues los sedicentes optimistas, los vindicadores a ultranza del glorioso pasado científico español, parecían los más resignados con tal estado de cosas; para ellos la ciencia es obra de genios que la Providencia siembra aquí y acullá, quedando reservada para los vulgares mortales la misión didáctica y comentarista.

Y hasta hubo intentos de explicación científica para procurarnos el consuelo de lo fatal e irremediable, considerando la ciencia como función de la latitud geográfica e inculcando al padre Sol de nuestro maleficio; sin recordar que bajo clima tórrido florecieron antaño las ciencias en Damasco y Bagdad y que otrora falló la misma explicación, pero retrovertida, cuando los griegos de la templada Hélade consideraban imposible la cultura entre los pueblos bárbaros, envueltos en las nieblas hiperbóreas.

Y también olvidaban aquellos entusiastas vindicadores de nuestra Ciencia pretérita y presente que el reparto de esos artifices, que llamaban genios, es demasiado abundante como para considerarlos seres sobrehumanos, y que da la casualidad de que siempre vienen a nacer en los países más laboriosos y de más cuidada tradición científica.

No faltaban, ciertamente, profesores más cultos, buenos conocedores del movimiento científico contemporáneo, que protestaban contra tales intentos de explicación fatalista; y quiero rendir a nuestro gran Carracido el justo homenaje que merece su admirable labor de divulgación, de la cual dedicó varias brillantísimas conferencias a demostrar la posibilidad de que España creara ciencia, y así contestaba a su propia pregunta: «¿Por qué no añadimos al papel de negociadores de ciencia extraña el de fabricantes de ciencia nacional?»

Quienes han conocido las clarísimas inteligencias que dieron lustre y gloria a aquellas generaciones líricas (baste recordar a Echegaray y a Carracido) estarán quizás dispuestos a conceder que con haber dedicado a producir ciencia la mitad del esfuerzo que realizaron para demostrar su posibilidad, lo habrían conseguido de manera mucho más convincente y hasta más fácil. Porque hogaño, una vez perdido aquel supersticioso terror que intimidaba a nuestros padres, nos hemos dado cuenta de que hacer ciencia, y aun ciencia útil, es tarea sobremanera fácil, aún para las inteligencias mediocres, y que el oficio de investigador se aprende como cualquier otro; todo es dar con un buen maestro en un buen taller.

La Naturaleza es mina tan henchida de problemas, que para todos hay tajo en la cantera. La cuestión es dar con los filones de mineral fino y no conformarse con extraer ganga fácil y abundante.

Quede aplazado el distingo para el final de esta exposición y echémonos a buscar la clave que nos permita descifrar el criptograma de nuestro problema histórico.

Los precursores del movimiento científico actual.

Pero no será sin haber rendido antes el debido tributo de admiración y gratitud a los heraldos que nos descubrieron el camino, a los insignes compañeros, parte principal en aquel reducido equipo de españoles que se salvaron del naufragio de su generación idealista y soñadora, conjuntamente con otras altas figuras ya desaparecidas, cuyo recuerdo está en la mente de todos y a las que ya hemos tributado en su sazón el justo homenaje póstumo.

El autor de este discurso confiesa ingenuamente (y con la confesión se libra de un cargo de conciencia) que cuando salió con otros colegas en calidad de argonauta por las Universidades alemanas en busca del vellocino de la ciencia moderna, tenía sus dudas sobre los quilates que tuviera en verdad la obra de nuestro máximo investigador. Es tan difícil para los profanos distinguir el doublé del oro, y somos tan propensos al ditirambo, que una duda metódica a la manera cartesiana era la prudente posición que convenía adoptar para la reorganización de los conocimientos de toda índole. Pero pronto salió de ella cuando vió con sus propios ojos el espacio que ocupaban los descubrimientos del histólogo español en los grandes tratados

alemanes; y la atención con que se estudiaban sus teorías, y la alta consideración que se le dispensaba en Gotinga, de cuya Academia es miembro correspondiente.

Y análoga alegría hubo de experimentar al ver la altísima estimación en que los especialistas tenían al benemérito decano de nuestros naturalistas, cuya obra es tan grande por lo hecho para la ciencia, como por lo organizado para la futura producción de su escuela. Y en terreno más cercano a su competencia corroboró con opiniones de calidad su admiración hacia los ingeniosos inventos de nuestro ilustre Presidente; y así fué sucesivamente confirmando o rectificando el juicio que por referencias tenía formado de nuestras más sobresalientes figuras científicas.

* * *

La evolución
natural de toda
ciencia.

Fácil empresa de erudición sería la reseña de los diversos conceptos de ciencia a través de las filosofías (*), todos ellos orientados hacia uno u otro de estos dos polos opuestos: la ciencia como regla de acción y la ciencia como conocimiento puro mediante las causas.

(*) Para Kant, en todo conocimiento de la Naturaleza hay tanto de ciencia cuanto haya de matemático. Desde este punto de vista, considera la Química de su tiempo fuera del campo de las ciencias.

Huygens dice que «la ciencia procede del conocimiento de los efectos al de las causas». En parecidos términos suelen definir la ciencia algunos diccionarios, como por ejemplo el de la Academia francesa.

Montaigne dice así en sus *Essais*: «C' est un grand ornement que la science et un outil de merveilleux service».

Huygens le atribuye análogamente «une utilité pratique pour le genre humain et tous les siècles à venir, et aussi un fondement assuré pour bâtir une philosophie naturelle».

En el polo opuesto de la concepción restringida de Kant figura la posición de quienes no solamente incluyen como ciencias el estudio de objetos particulares como Historia y Geografía, sino que dentro de tal amplitud cabe toda clase de conocimiento, siendo imposible trazar la divisoria con el conocimiento vulgar. Así, por ejemplo, en la magnífica obra de Becher (véase la lista final), dice:

«Eine Wissenschaft ist ein gegenständlich geordneter Zusammenhang von Fragen wahrscheinlichen und wahren Urteilen nebst zugehörigen und verbindenden Untersuchungen und Begründungen die sich auf denselben Gegenstand bzw. auf dieselbe Gruppe von sachlich zusammengehörigen Gegenständen beziehen.

Dejando de lado cuanto hay de metafísico en este concepto de causa, la idea nítida que todos quieren expresar como esencia del conocimiento científico, modelado en el ejemplo de la astronomía, que por mucho tiempo sirvió de pauta, es la existencia de dos etapas: el descubrimiento de la ley, de la regularidad, y la explicación de esta regularidad mediante un pequeño número de principios.

He aquí, pues, los dos estados del conocimiento científico: el empírico y el teórico. Sustituyendo así la noción metafísica de causa por la positiva de principio, esta concepción de la ciencia puede considerarse aceptada hasta por el propio Augusto Comte (que no es responsable de las extralimitaciones de sus discípulos) al enunciar su famoso esquema: inducir, para deducir, a fin de construir.

Cada una de las ciencias ya formadas o en elaboración sigue esta misma evolución, tanto más lentamente cuanto mayor sea la complejidad de sus conceptos.

La Aritmética y la Geometría se hacen teóricas y aun deductivas en tan temprana edad, que así aparecen ya, aunque de modo rudimentario, en los documentos históricos más antiguos. El papiro de Rhind, que data del siglo XVIII antes de Cristo, es el más antiguo libro de texto conocido; y aunque escrito con tendencia práctica, su programa un tanto desmesurado, según reza el título, es nada menos que éste: «Reglas para llegar al conocimiento de todas las cosas oscuras... de todos los secretos que están contenidos en toda clase de objetos».

Aparece ya aquí una clara y a la par ambiciosa aspiración teórica, que si bien no alcanza ni con mucho a dar todo lo prometido, llega siquiera hasta desarrollar un método de descomposición en fracciones simples y a resolver ecuaciones de primer grado con un cierto simbolismo algebraico y hasta expone una

Alle intellektuellen Operationen, die in einen solchen Zusammenhang gehören rechnen wir zur Wissenschaft» (pág. 6.).

En el sistema de Mach no sólo es ciencia todo lo que es descripción, sino que toda ciencia se reduce a descripción, esto es, a ordenación de nuestras sensaciones.

Rickert, Goblot, Simmel, etc., consideran como característico de las ciencias *culturales* (concepto casi equivalente al de ciencias del espíritu) su proceder *individualizador* frente al *generalizador* o *legalista* de las ciencias naturales.

teoría de las progresiones (*). En cambio la Geometría, según se colige por este tratado, aunque ya entra de lleno en su período positivo, no pasa todavía del estado empírico (**).

Para las ciencias naturales, la evolución ha sido mucho más lenta y también más compleja.

¡Con qué simplismo encantador nos han explicado los historiadores el nacimiento de la *scienza nuova*! En la Edad Media, las tinieblas de la Escolástica, vuelta de espaldas a la realidad, tejiendo a la manera de un gusano sus propias entrañas. De pronto surgen los hombres curiosos y descreídos del Renacimiento, que hacen rodar bolas por planos inclinados y arrojan piedras desde el campanario de Pisa y observan las oscilaciones de las lámparas de las catedrales, y la Dinámica nace como por arte de magia.

Análisis tan superficial no resiste el más ligero examen, y sin embargo, es la idea tan popular (sólo las ideas muy simples alcanzan la popularidad) que es preciso tomar prestadas fuerzas superiores para desvirtuarla. Entre otras voces autorizadas, es, por ejemplo, Poincaré quien rechaza violentamente tan grotesca postura, que llama «forma brutal», y reivindica para los helenos la paternidad de la ciencia llamada moderna.

Dice asimismo Duhem, el famoso físico e historiador: «La atribución del título de creador del método de las ciencias físicas ha ocasionado grandes querellas; unos han querido dárselo a Galileo, otros a Descartes, algunos a Francisco Bacon, que murió sin haber llegado nunca a entender nada de este método. Pero en verdad, el método de las ciencias físicas ha sido definido por Platón y por los pitagóricos de su tiempo con una nitidez que no ha sido superada, y por primera vez fué aplicado por Eudoxio de Cnido cuando intentó, combinando rotaciones de esferas homocéntricas, salvar los movimientos aparentes de los astros.»

(*) La incógnita está representada por un ibis que cava en el suelo como buscando su valor y los signos de adición y sustracción por una patera dirigida hacia la derecha o hacia la izquierda. El signo de igualdad es un escarabajo que simboliza el porvenir, según dice Picard; pero Cantor habla del signo $=$ que utilizaban para la igualdad.

(**) El valor que utilizaban para las rectificaciones de circunferencias era $\left(\frac{16}{9}\right)^2 = 3,16$

Pero nótese que Duhem no dice *explicar*, sino *salvar*, y este era justamente el significado del problema propuesto por Platón. Para los griegos la cuestión era puramente geométrica y no física; y llenos de desmesurada ambición pretendían en aquella era platónica llegar a la construcción teórica, meramente esquemática, sin pasar por la etapa experimental, que no sólo estriba en observar, sino en medir. Por esto no podemos suscribir íntegra la afirmación de Duhem. La escuela platónica miraba tan alto y tan lejos, que pretendía saltar ese río de aguas turbias, en vez de vadearlo, como hicieron los hombres menos idealistas del seiscientos, con su pitagorismo empírico.

Pero tampoco puede generalizarse esta observación a todo el período de cultura helénica, en cuya larga duración, cuádruple que la de nuestra civilización moderna, hay evolución muy honda; y no podrá en justicia achacarle esa fobia antiexperimental que tuvo en sus comienzos, quien recuerde las magníficas observaciones de Hipócrates y de Aristóteles, y sus teorías de la herencia y de la generación, o las experiencias astronómicas de Hiparco y las medidas geodésicas de Eratóstenes, y las geniales invenciones mecánicas de Arquímedes.

El equivocado concepto aristotélico, que ha dominado la Ciencia durante veinte siglos, radica en la repugnancia platónica al vacío, que le lleva a admitir la proporcionalidad entre la fuerza y la velocidad; y fueron Copérnico y Galileo quienes levantaron la Dinámica sobre bases más sólidas. Pero ¿fué el fracaso hijo del método silogístico y el éxito debido al método experimental? Oigamos la voz autorizada de Painlevé.

Los postulados de la Dinámica.

«Tanto por lo menos como la experiencia, son las ideas *a priori*, esto es, anteriores a toda experiencia científica, las que han guiado a los creadores de la Mecánica; y estas ideas estaban muy cercanas a las ideas escolásticas, no difiriendo de ellas más que por la modificación, ciertamente esencial, aportada por Copérnico y su escuela al principio de inercia, tal como lo entendían los escolásticos».

Nada o muy poco de experimental tienen, en efecto, los postulados de la Mecánica. Hay en ellos, como dice el gran maestro francés, «vestigios de los antiguos principios escolásticos, de los cuales Galileo estaba mucho menos independizado de lo que se cree generalmente; vestigios afortunados, ciertamente, pues han contribuido singularmente al desarrollo de la Mecánica».

Y no solamente—agregaremos por nuestra cuenta—hay en ellos ideas *a priori*, esto es, no procedentes de la experiencia, sino también en palmaria contradicción con ella; como es, por ejemplo, el movimiento indefinidamente rectilíneo y uniforme. Menos profunda, pero más experimental era la tosca observación aristotélica de que la velocidad de un barco se duplica aproximadamente al duplicar el número de sus remeros; y así llegamos a la curiosa paradoja de que la causa del fracaso de los griegos y del éxito de los renacentistas es justamente la opuesta de la que esperábamos.

Según el maestro de la Sorbona, «los axiomas de la Mecánica han sido deducidos por un esfuerzo lógico del principio de causalidad». Y concluye así su magnífico estudio: «El método experimental no ha jugado más que un papel auxiliar en la formación de la Mecánica. Son las ideas generales anteriores a toda experiencia científica las que han engendrado los axiomas de esta ciencia y la misión de la experiencia ha sido sobre todo la de precisar estas ideas generales y de guiar los tanteos que entraña su interpretación.»

Resulta, pues, de este análisis, puestas al desnudo sus conclusiones, que el fracaso de los postulados aristotélicos no reside en su carácter *a priori*, sino en su grosero empirismo, y el éxito de Galileo y de Copérnico estriba precisamente en haberse elevado en alas de la abstracción. Cuando buscamos lo experimental debajo de lo teórico, encontramos lo teórico debajo de lo experimental.

La Ciencia experimental.

Bajo el título genérico de Ciencia experimental, suelen englobarse técnicas y métodos de alcance y valor muy desemejantes, que urge escalonar. Si se nos permitiera establecer una gradación propondríamos ésta:

Ante todo, la *Descriptiva* y después la *Sistemática taxonómica*, esto es, la clasificación cualitativa del material de trabajo, por sus analogías y diferencias. Hay ciencias que todavía no han logrado superar estas primeras etapas y hay otras que quizás por su propia esencia no llegarán a superarlas. (*)

(*) Quizás la *Metafísica*, si cabe encuadrarla en el concepto general de ciencia, no pueda, por su propia esencia, pasar de una *sistemática medianamente orgánica* de conceptos y problemas.

Vendría después, en las ciencias físicas más desarrolladas, la *Métrica*, esto es, la reducción de cada ente y de cada fenómeno a un puñado de cifras accesible al método matemático (*).

Finalmente, la *investigación empírica* propiamente dicha, esto es, el descubrimiento de relaciones nuevas entre fenómenos lejanos y la formulación de leyes empíricas.

El fenómeno Zeeman, el efecto Compton, el efecto Raman y tantos otros son ejemplos modernos de tales relaciones que dan origen a una teoría o que vienen a rectificar o ratificar una teoría ya existente. En cuanto a las leyes empíricas, son tan numerosas en todas las teorías de la Física que toda selección a modo de ejemplo resultaría arbitraria.

La Descriptiva, la Métrica y la Sistemática preparan el material de trabajo para la investigación experimental propiamente dicha y para la creación teórica; pero el conocimiento que nos dan de la Naturaleza las medidas más minuciosas, las más exactas, sólo difiere cuantitativamente del conocimiento vulgar y no en la esencia.

El labriego aprecia el mediodía verdadero con un error de algunos minutos y el astrónomo con error que no llega a la centésima de segundo; es decir, el primero aprecia solamente dos cifras exactas y el astrónomo quizás siete; pero en la simple lectura del círculo meridiano no aparece ni en vestigio el alcañal de la ciencia.

Esto no impide reconocer y admirar el perfeccionamiento técnico necesario para avanzar en el grado de exactitud una cifra decimal más, y la trascendencia que ello tiene para la Ciencia. Con técnica menos rudimentaria es indudable que los griegos habrían descubierto las leyes de Keplero; y las medidas exactísimas que los espectroscopistas habían hecho de las rayas de numerosos espectros y sus clasificaciones empíricas sirvieron de base para la teoría atómica de Bohr.

(*) No es indispensable pasar por la Métrica para llegar al descubrimiento de leyes; así, por ejemplo, casi todas las leyes biológicas han sido descubiertas por consideraciones morfológicas; tales son las leyes de Mendel sobre la herencia.

La *Biométrica*, organizada por Galton, Pearson, Bateson, etc., es, como se sabe, rama muy moderna y todavía poco desarrollada.

Sobre la importancia de la Morfología pueden verse los trabajos de Giard.

Pero esa técnica experimental estrictamente métrica, es un medio y no un fin; ella por sí sola no haría avanzar la ciencia ni una pulgada, si otros hombres no supieran aprovechar tan útiles materiales para sus descubrimientos empíricos y sus construcciones teóricas. Estos hombres, que ven donde los demás no vieron, son los artífices de la Filosofía Natural.

El conoci-
miento teórico.

No es, pues, la exactitud, la precisión, lo característico del conocimiento científico. El más prestigioso principio teórico, el de la conservación de la energía, fué creado sin tales experiencias minuciosas, por una simple observación cualitativa, al ver el cambio de color que experimentaba la sangre de un marinero herido al navegar por mares tropicales; y fué posteriormente cuando el propio Mayer y otros muchos lograron una grosera determinación experimental del equivalente mecánico del calor, muy perfeccionada posteriormente (*), pero que nada prueba todavía, mientras no se aquilaten las medidas de la transformación inversa, que dejan un intolerable margen de error. Y a pesar de tan grosera y parcialísima comprobación experimental, el principio de la conservación de la energía no se impuso menos fuertemente a los espíritus, después de que Helmholtz subió al Sinaí a inscribirlo en las tablas de la ley natural, admitiéndose desde entonces como dogma científico la conservación, no aproximada y parcial, sino absolutamente exacta y total de la energía en todas sus infinitas formas.

Y se impuso con tan arraigada convicción por su sencillez, por su poder unificador y por su armonía estética, que aun en la hipótesis de que nuevas experiencias lo contradijeran, sería preferible ampliar adecuadamente el concepto de energía, ya bastante espacioso e indeterminado, que sacrificar este principio unificador de la Física. Y lo mismo acontece con el prin-

(*) Los modernos físicos no toman siquiera en consideración las antiguas medidas del equivalente mecánico del calor, por no haber usado en ellas la entonces desconocida escala termodinámica, y se dan por muy satisfechos con las exactas determinaciones posteriores que conducen a un mismo número, pero olvidan que las groseras mediciones del fenómeno inverso en toda clase de máquinas térmicas dejan sin contestar el interrogante de Mayer; y aún supuesta una medida aceptable de la cantidad de trabajo lograda con una cantidad de calor, faltaría comprobar una por una todas las otras clases de transformación de energías.

cipio de relatividad, que nada teme ya a posibles experiencias adversas, mientras no surja una nueva concepción integral del Universo.

Como que, en verdad, uno y otro son verdaderas hipótesis, no comprobables empíricamente en sí mismas, sino sólo indirectamente por sus consecuencias. Y si el principio de relatividad viene a ser quizás en último análisis una definición implícita del espacio físico y del movimiento, el principio de la conservación de la energía no es otra cosa que una definición implícita del concepto físico de energía.

No es, pues, una *boutade* aquel principio de Descartes, que escandalizaba a Laplace: «Aunque la experiencia nos haga ver lo contrario, estamos obligados a dar más fe a nuestra razón que a nuestros ojos.» Justo es aclarar, sin embargo, que el padre de la filosofía moderna lo enunciaba más bien que como tesis general, con motivo de su teoría del choque de los cuerpos; y el momento no pudo ser más inoportuno y desgraciado, pues no solamente la experiencia, sino también la razón, la rechazaron por inadmisible.

Papel de la experiencia.

Los empiristas más intransigentes no parecen haberse dado cuenta de que sus datos experimentales están cargados con un alto potencial teórico y su valor dista, por consiguiente, de ser incontrovertible y eterno, estando su suerte ligada fatalmente a la de tal o cual teoría que les dió el ser.

Poincaré, que a pesar de ser un genial teórico, o quizás precisamente por serlo, reconocía todo el inmenso valor de la experiencia y que rotundamente afirmó ser la única fuente de la verdad, puso bien en claro la inconsistencia de esta ilusión.

Sin estar en posesión de una estructura teórica—venía a decir Poincaré en otra ocasión—no se puede afirmar este hecho tan simple de que «una corriente eléctrica pasa por un conductor». Un positivista riguroso debería limitarse a decir: «una aguja se mueve sobre una graduación o una señal luminosa se mueve en una escala».

En la simple lectura de esa escala está, en efecto, contenido todo un mundo de construcciones teóricas y de hipótesis creado en el siglo XIX. El hecho bruto, filtrado a través de una teoría, se convierte en el hecho científico, y este hecho así estilizado, el único que sirve de base para los trabajos de laboratorio, es dis-

tinto según sea el estado teórico de la ciencia y evoluciona al compás de ella. El orto del Sol es para Tolomeo un hecho esencialmente diverso que para el hombre primitivo, y desde Copérnico vemos en él un hecho diferente bajo la misma apariencia; y ese significado, que ya parecía definitivo, ha cambiado radicalmente en nuestros días.

Esa frase tan simple: *ha salido el Sol*, tiene, pues, significado distinto, según el lenguaje de cada época, y sería sobremane- ra difícil para el más sabio astrónomo convencer a un profano, con profundas disquisiciones sobre la refracción, de que el Sol todavía no ha nacido, cuando ya se ve brillar esplendoroso sobre el horizonte.

Si no temiéramos ser mal interpretados, no vacilaríamos en invertir el clásico apotegma afirmando: *los hechos cambian, las teorías permanecen*. Y permanecen justamente porque no pretendiendo penetrar en el *noumeno*, sino solamente explicar el *fenómeno*, la apariencia, valen eternamente dentro del marco donde se encierra aquel conjunto de hechos que alcanzan a explicar.

La sustitución de una teoría por otra—pese a las pretensiones causalistas que Meyerson atribuye a la Ciencia (*)—no significa que aquélla sea falsa y ésta verdadera, sino simplemente que ésta explica más fenómenos o lo hace más sencillamente y sobre más reducida base hipotética; la pretensión de verdad queda así sustituida por la utilidad y economía para unos, por la comodidad para otros.

Y a veces coexisten explicaciones esencialmente diversas y aun antagónicas, como acontece actualmente con las teorías ondulatoria y corpuscular de la luz; y aun son necesarias ambas a la par, mientras no llegue a organizarse más completamente la grandiosa síntesis de la Mecánica ondulatoria.

«La experiencia es, en efecto—como dice Poincaré—la única fuente de verdad» y lo es, porque verdad científica significa adecuación de paralelismo o mejor de correlación, pero no de coincidencia. La precaria verdad de las teorías cesa en cuanto el paralelismo se convierte en divergencia o la correlación en independencia.

(*) Es curiosa la exigua atención que ha merecido la posición filosófica de Meyerson en otros países, Así, por ejemplo, en las obras alemanas sobre el principio de causalidad que citamos en la lista final, o no se hace mención de él o es citado incidentalmente, sin aludir siquiera a su tesis causalista.

La experimentación es el bastón de ciego que tantea el suelo y permite orientarse en la eterna e infinita oscuridad. Sin él vendría irremediablemente la desorientación y quizás la muerte; pero tan absurdo es decir que los experimentos hacen la Ciencia, como afirmar que el bastón es el motor del ciego (*).

Física y realidad.

Durante mucho tiempo se nos ha presentado la Ciencia como una heroica e inacabable cruzada para la conquista de los santos secretos del mundo real. Procuraremos resumir a la manera clásica, su estructura y su programa:

Las verdades reales son asíntotas de las verdades científicas y cada nueva cifra decimal es un paso más hacia la verdad real. Cada conquista es como el asalto a un reducto de ese inexpugnable campo atrincherado; es como la posesión de un pequeño trozo de esa *terra incognita* de la realidad misteriosa. Las órbitas de los astros no son circulares, nos dice Keplero; *en realidad* son elípticas. El Sol no gira en torno nuestro, nos dicen Copérnico y Galileo; *en realidad* es la Tierra la que gira. La luz no es una emisión, sino una vibración, nos asegura Huygens y después confirma Fresnel. El átomo no es indivisible, nos aseguran los físicos contemporáneos; *en realidad* es una constelación de electrones que giran a modo de astros en torno de un núcleo. La gravitación newtoniana era una realidad, y el éter del siglo XIX, único superviviente de los innumerables que introdujeron los físicos del XVIII, a pesar de sus contradicciones inexplicables, fué para muchos una realidad, que algunos científicos añoran todavía nostálgicos.

Ignoramos e ignoraremos—como proclamaba Du Bois Reymond con su famoso *ignorabimus*—el código de leyes internas que rigen el Cosmos; pero si alguna inteligencia singular lo reconstruyera, podría seguramente predecir la marcha futura de todo el Universo; y aun ignorando, casi totalmente, ese código eterno e immanente, nos basta saber que existe y que el porvenir es consecuencia obligada del presente. Tal era, en sus líneas generales, el determinismo a la manera laplaciana.

Educados en esta concepción de la Ciencia, no es de extra-

(*) Se hace la Ciencia con hechos—dice Poincaré—como una casa con piedras; pero una acumulación de hechos no es una ciencia, como un montón de piedras no es una casa. Una experiencia es buena si permite generalizar. Sin generalizar (teoretizar) la previsión es imposible.

ñar la consternación que se apoderaba de los espíritus y aun les hacía pensar en la bancarrota, cada vez que un rudo contraste obligaba a abandonar al enemigo algún trozo de esa realidad a duras penas conquistada. Pero en el breve lapso de nuestra vida, la Ciencia ha sufrido ya varias renovaciones; cambios que habrían exigido siglos se hacen ahora en décadas; nuestro espíritu ha adquirido una elasticidad de que carecía y nuestra concepción de la ciencia y del Universo ha sufrido una mutación radical.

Pero no censuremos a los actores por la sincera fe que algunos tienen en la realidad de sus ficciones y que los espectadores hemos perdido ya; pues para desempeñar a perfección un papel hay que identificarse con él, olvidando todos los convencionalismos escénicos, que en estas representaciones de la Física son las hipótesis y los principios (*).

Tan brillantes han sido los éxitos de la nueva Física, que es disculpable el arrojo con que muchos de sus cultivadores creen haber llegado a descubrir la realidad de la estructura de la materia. Incluso el genial Planck, cuando afirma que átomos y electrones son tan reales como los cuerpos celestes y los objetos que nos rodean.

«Todos los grandes físicos—sigue diciendo Planck, y esto con toda verdad—han creído en la realidad de su imagen del mundo».

Y todos—podríamos agregar por nuestra cuenta—habrían sentido el desconsuelo del fracaso si la muerte piadosa no les hubiera librado a tiempo del dolor de la ruina.

Ni siquiera es necesario tomarse el trabajo de repasar la Historia para recrearse con el juicio ora despectivo o ya compasivo que cada una de tales últimas realidades físicas ha merecido a las generaciones posteriores. Fué ayer cuando los modernos atomistas nos mostraban unos lindos modelos que pretendían reproducir la estructura del átomo de cada cuerpo simple, y ya hoy no creen en ellos, ni siquiera sus propios inventores.

Pero la ilusión es eterna y quizás en ella resida el secreto de la perenne juventud de la Ciencia. Ahora son los mecánicos

(*) Poincaré distingue tres clases de hipótesis: las inevitables, las indiferentes y las verdaderas generalizaciones; son éstas las de vida efímera y que exigen el contralor de la experiencia.

cuantistas quienes ven clarísimamente en las experiencias de Davisson y Germer la demostración incontrovertible de que las ondas asociadas «poseen una existencia real»; pero esa placa fotográfica con vistosas circunferencias concéntricas, que nos exhiben triunfales, no pasa de ser un fenómeno más, de los que explica a su modo la nueva teoría y que felizmente la afianza y fortalece; fenómeno que también tendrá que ser explicado en su día por su sucesora (y quizás de modo esencialmente diverso) cuando la actual resulte insuficiente y haya que desecharla por inservible.

Matemática
empírica y Mate-
mática práctica.

Pese a todas las ilusiones, la Física construye un esquema de la realidad, no menos abstracto que la Geometría. Necesarias son y serán las experiencias para la construcción de la Física, como en tiempo remoto lo fueron para descubrir los axiomas geométricos, los cuales resultaron euclidianos, no por la razón que creía Kant, sino solamente porque la curvatura de nuestro universo es imperceptible en pequeña escala; de lo contrario, habríamos considerado los postulados no euclidianos como existentes *a priori* en nosotros mismos, y los euclidianos habrían quedado relegados a la categoría de casos límites, irrealizables físicamente y apenas concebibles abstractamente.

Gracias a la extraordinaria simplicidad de sus conceptos primeros, logró organizarse deductivamente la Matemática y no necesita experimentar apenas. Y bueno es poner esta acotación, pues en las teorías que no han encontrado franco todavía su camino deductivo, como es, por ejemplo, la Aritmética superior, no es infrecuente el estudio empírico de grandes tablas para descubrir ciertas leyes que la teoría podrá, quizás, confirmar, y buen número de propiedades sobre los números primos tienen todavía carácter meramente experimental.

Hay, por consiguiente, entre las diversas ciencias, como ya en otra ocasión hemos intentado demostrar, una mera diferencia de época, pero no de esencia, pese a los clasificadores antiguos y modernos (*).

Y no se alegue que tales experiencias matemáticas operan

(*) Cabe, sí, explicar por qué en las ciencias que Rickert llama *culturales* predominan los valores individuales y en las ciencias *naturales* los valores legales, esto es, los comunes a grupos de individuos.

con entes abstractos, bien sean números o figuras geométricas, y que en nuestros días ya no es necesario operar, como los caldeos con objetos materiales; pues, si bien se analiza, el concepto químico de sodio, el de péndulo simple, o el de hidrato de carbono, no son menos abstractos que el de segmento o el de superficie esférica.

Porque lo distintivo de la ciencia empírica respecto de la ciencia racional no es que una opere con cosas y la otra con conceptos; la elaboración de los conceptos mediante el análisis de las cosas es labor previa, y constituye precisamente el fin primordial de la Sistemática; toda ciencia empírica un tanto organizada (*) opera con conceptos corporizados aproximadamente, pero sus conclusiones, convenientemente depuradas de los errores inherentes a tan imperfecta representación, se refieren al concepto puro.

Entre el descubrimiento empírico de las secciones circulares oblicuas del toro, hecho por Villarceau mediante la observación de numerosos dibujos, y el descubrimiento empírico de una nueva reacción química, hay un paralelismo que corresponde a una identidad de esencia. Los pacientes ensayos con que un veterano profesor universitario de Zaragoza logró encontrar copiosas fuentes de números multidígitos, sin llegar a organizar su teoría, no difieren muy sustancialmente de los innumerables ensayos que conducen a encontrar colorantes eficaces en Histología. Y así podrían multiplicarse los ejemplos.

Contra la opinión vulgar, hay un paralelismo perfecto entre todas las ciencias, con mera diferencia de fase. Y siguiendo esta directriz encontramos también una Matemática práctica, muy en boga hoy, tras el abandono en que cayó después de Gauss. La mayor parte de los innumerables trabajos experimentales que llenan las revistas de Física y Química son aplicaciones de métodos ajenos a casos particulares más o menos interesantes, y pueden equipararse a los ejercicios de aplicación

(*) Quede al margen del camino el viejo problema de las ciencias de objetos particulares, como Historia y Geografía. En este punto seguimos las huellas de Kant, Schopenhauer, etc., y téngase en cuenta para la lectura del texto de este discurso. En nuestra modesta opinión, pueden ser consideradas como ciencias incipientes, que aún no han elaborado ni siquiera su sistemática y todavía están en su período descriptivo, para ellas mucho más interesante, por su especial carácter.

de métodos generales que suelen proponerse a los alumnos de Matemáticas prácticas; aplicación que pocas veces es inmediata y exige poner a prueba el ingenio y los variados conocimientos del operador en diversas teorías conexas (*).

El cálculo de un peso atómico con precisión insuperada no difiere muy esencialmente del cálculo revisionista de una función groseramente tabulada, para mejorar su aproximación. Es indudable que las dificultades técnicas crecen con la precisión; pero esto mismo acontece, quizás en menor escala, con los cálculos numéricos, gráficos y mecánicos, cuando los métodos usuales ya son ineficaces pasado cierto grado de exactitud, lo que obliga a ingeniar artificios nuevos (**).

(*) A este orden de trabajos matemáticos pertenecen, por ejemplo, los realizados por Pineda, Orts, Saldaña, etc., en los primeros tiempos del Laboratorio Matemático y los de Babini en la Argentina; en Física merecen citarse las muy interesantes determinaciones de puntos de fusión hechas por Palacios y Kammerling Onnes, en Leiden; y la comprobación del paramagnetismo en el aire, oxígeno, etc., efectuada por Cabrera y Moles.

Trabajos que comprueban o rectifican leyes son, por ejemplo: la demostración de que éter y cloroformo tienen moléculas con momentos dipolares, calculables por la teoría de Debye-Gans, como hizo Teófilo Isnardi; y la comprobación realizada por el mismo profesor platense de la ley de Nernst sobre el calor de disociación; y el estudio del efecto Tyndall en las soluciones de azúcar realizado por Loedel Palumbo, de la misma escuela platense; y la comprobación, hecha por Cabrera y Moles, de la inexactitud de la ley llamada de Wiedemann sobre la dependencia entre el magnetismo de las soluciones salinas y el de sus dos componentes, que como todas sus análogas, sólo da una primera aproximación muy grosera, por reducirse a postular la linealidad de la función; y las importantes experiencias de Cabrera encaminadas a comprobar la teoría de Weiss; y las exactísimas medidas de Palacios y Kammerling Onnes de las isotermas del hidrógeno y del helio para aclarar la teoría de la disociación de gases; y la comprobación de la teoría Verschafieldt sobre la ecuación de la meridiana de los meniscos, tan cuidadosamente hecha por Palacios, que su tabla suele ser reproducida en los manuales; y la equivalencia de las tensiones superficiales del mercurio en el vacío y en el aire seco o gases indiferentes, demostrada por el mismo colega en colaboración con Lasola; y la demostración experimental de las fuerzas electrostáticas no tenidas en cuenta en las ecuaciones de Maxwell, que fué efectuada en importantes experimentos del P. Pérez del Pulgar y Wulff.

(**) Nuestros físicos han colaborado notablemente en el cálculo y perfeccionamiento de ciertas constantes; tales son las revisiones hechas por Moles de los pesos atómicos; y la constancia de I y del coeficiente Henry en la solubilidad de un gas; y las exactas determinaciones del volumen normal teórico realizadas en la escuela de Guye, donde ha colaborado nuestro compatriota

Prosiguiendo la analogía, ciertas clasificaciones en las ciencias de la Naturaleza son equiparables a la catalogación de curvas notables que esta Corporación propuso hace muchos años con notorio éxito, pues dió origen a varias obras utilísimas, ya editadas en varios idiomas, que son indispensables en toda biblioteca matemática (*).

Pero con ser tan útiles estos trabajos de índole práctica, no se prodigan y son considerados como de categoría inferior a los teóricos. Por excepción, suelen ocuparse de ellos matemáticos de alto prestigio, como aconteció con el gran Runge; y recientemente el ya famoso Van der Corput, nos ha sorprendido con la publicación de una extensa tabla de triángulos isósceles con bisectrices racionales; pero no sería posible multiplicar los ejemplos.

¿Y por qué los cultivadores de la Matemática prefieren consagrar todas sus fuerzas a la creación teórica, aunque sea de trascendencia insignificante y esté condenada a perecer sepultada sin pena ni gloria bajo el inmenso cúmulo de la bibliografía? ¿Por qué desprecian el éxito fácil y la notoriedad segura que conquistarían haciendo unas tablas de funciones más completas que las de Jahnke-Emde o cualquier otro trabajo análogo de Matemática práctica, labor que sólo exige un poco de ingenio y una gran cantidad de paciencia?

Batuecas; y la medida exactísima del factor de polarización realizada por el profesor argentino Gaviola por el método de compensación; y el ingenioso método del mismo para la determinación de la velocidad de la luz, ampliamente reseñado en la enciclopedia de Física experimental; y la medida de la longitud de onda de los rayos gamma realizada por Cabrera (Juan) en colaboración con De Broglie; y algunos trabajos de Hector Isnardi, y del profesor Williams, de la misma Universidad platense.

(*) A este orden de trabajos de clasificación pertenecen las numerosas memorias de Catalán, sobre los multipletes de muy variados espectros; y algunos experimentos del profesor Del Campo, también sobre Espectrografía.

Algunos de los trabajos de Gaviola podrían incluirse en esta categoría, pero sus investigaciones sobre fluorescencia salen ya del estadio de medida y clasificación y pueden considerarse como descubrimiento de fenómenos, especialmente en lo relativo a la polarización, muy citados en todas las obras que se ocupan de fosforescencia y fluorescencia.

No citamos, porque saldrían del marco del discurso, los innumerables y muy importantes trabajos experimentales del antiguo profesor de La Plata, Ricardo Gans, hoy en Königsberg, cuyas creaciones teóricas son también muy numerosas y algunas importantes. (Véanse las dos enciclopedias de Física.)

Es que la gloria de lo especulativo es de índole más pura y elevada y tiene un poder de atracción de que carece lo meramente útil; y así como el pintor que siente vibrar en sí la inspiración creadora suele desdeñar encargos de decoración con pautas fijas, aunque sean pingüemente remunerados, quien desprecia las profesiones lucrativas para consagrarse a la ciencia desinteresada, por sentir sed de infinitud, aspira a beberla en la más pura fuente de inmortalidad. Y todo principiante sueña con alcanzar alguna porción de ella, pues por mínima que sea una parte alícuota del infinito, es también infinita.

Ciencias geográficas y ciencias universales.

La creación teórica en toda clase de ciencias tiene tanto de arte como de técnica y no concede sus favores a cuantos llaman a sus puertas. Más generosa es la Naturaleza en ofrecer a todos los hombres laboriosos abundante material de clasificación y de medida o de simple descripción; y por ende, la posibilidad de hacer labor útil agregando algunas páginas al inacabable libro descriptivo del Universo. Hay por doquier rastrojo donde espiar en abundancia; y esto es sobremanera evidente en las ciencias que llamaremos geográficas, en que los más cercanos al objeto llevan ventaja incalculable a los posibles competidores remotos.

El estudio de la flora, de la fauna, de la gea, la filología de la propia lengua y el análisis de la propia literatura, ofrecen ilimitado a la par que ventajoso material de investigación para las jóvenes vocaciones, con la plena seguridad de levantar valiosa cosecha, en competencia con lejanos contendientes. No ha mucho que nos hemos recreado, con perversa alegría, al ver la contundente granizada de textos muy sabrosos con que un ilustre colega universitario ha castigado el erudito desliz de cierto hispanófilo alemán, quien aseguraba que en la obra de Cervantes «no hay nada de amoríos ni de erotismos, y que besos sólo se dan en muy contados casos». Y no sería difícil multiplicar los ejemplos de aplastantes victorias de los estudiosos nacionales en liza con autoridades de otros países.

Ya no acontece lo mismo en las ciencias que pudiéramos llamar universales: la Física, la Química, la Biología, la Matemática, la Psicología y tantas otras; pero mientras limitemos nuestras aspiraciones al terreno descriptivo, clasificador o métrico, la propia infinitud del horizonte ofrece extensa tierra virge

o a medias cultivada, donde se pueda realizar cosecha útil para la Ciencia y para la propia reputación (*). Cualquier estudiante laborioso que consagre unos años a la determinación de potenciales de ionización, o al cálculo de constantes físicas de frecuente uso, o a la construcción de representaciones conformes de recintos útiles en diversas técnicas, o a la construcción de tablas de variadas funciones, o de la gráfica de números primos que preconizaba Loria, o a tantas otras cuestiones análogas, prestará servicio tan útil a los físicos o a los matemáticos, que puede contar con la seguridad de ser citado en cuanta monografía se publique sobre el tema.

¡Cuánto más difícil es, en cambio, escalar la cumbre de la notoriedad en el campo de la investigación experimental propiamente dicha, y mucho más todavía en la teórica! Porque el material empírico, el caudal de hechos científicos, bien clasificados y escrupulosamente medidos, está ahí, a la vista de todos, disseminado por las revistas internacionales; y aunque muy copioso en verdad, su finitud lo hace cómodamente accesible a los miles de científicos hambrientos de gloria esparcidos por todos los países civilizados. Y es preciso ver donde los demás no vieron, penetrar hasta donde nadie llegó; descubrir entre la maraña inextricable y a veces contradictoria de los hechos el invisible hilo conductor donde poder engarzarlos ordenadamente, como perlas en un collar. Y hay que hacerlo rápidamente, con impaciente premura, descubrir la ley, la explicación, antes de que otro más diligente se anticipe y se lleve el trofeo de la prioridad, desmonetizando y dejando sin valor nuestras propias ideas. Es cuestión de meses y aún de semanas, cuando la ciencia pasa por momentos de renovación, como acaece en nuestros días a la Física.

(*) Solamente para dar una idea de la cantidad de trabajos de Física experimental que actualmente se publican en el mundo, basta mencionar que el *Handbuch der Experimentalphysik*, del que ya van publicados más de treinta tomos, contiene más de veinte mil citas de trabajos sobre Física experimental. Sin pretender sacar consecuencias de ningún orden y solo a título de curiosidad, haremos notar que hemos encontrado 22 citas de trabajos de físicos españoles y 16 de argentinos. Poco parecerá este 1 por 1.000 a quienes todavía no se han dado cuenta de la evolución de la Ciencia en todos los países cultos y del innumerable plantel de sus cultivadores; pero tal porcentaje resulta proporcionalmente infinito, si se compara con el que habríamos cosechado hace treinta años.

Parece ser que en las ciencias naturales hay capítulos enteros apenas desflorados en España. La Antropología, por ejemplo, ofrece todavía ilimitados campos de excursión, pero no hay apremio de tiempo para emprenderlas y el investigador puede trabajar plácidamente, acumulando observaciones para una obra de conjunto, quizás póstuma. Muy diversa perspectiva ofrecen las ciencias que hemos llamado universales, las no geográficas, cuando se quiere ascender del modesto entresuelo de la Métrica a la azotea de los descubrimientos empíricos, y más arriba todavía, a la torre de la teoría en que la ciencia culmina y desde la cual se atalayan nuevos horizontes insospechados. Hay que leer todas las revistas, apenas salidas, y aun cartearse con los investigadores de otros países para estar al tanto de sus trabajos, sin esperar su publicación tardía; hay que vivir vigilante, arma al brazo, en acecho de la caza propicia; pero no vale disparar antes de tiempo, porque el tiro resultará fallido. Audacia y ambición son necesarias para la construcción teórica, pero también severa autocrítica, para no aventurarse a levantar el propio castillo sin bien meditado plan; porque los competidores defraudados en sus esperanzas se lanzarán al asalto contra la endeble construcción, procurando derribarla sin dejar ni escombros, para edificar la suya en el mismo solar.

La Ciencia teórica es superación, es pugilato, es obra de pueblos fuertes, orgullosos de conservar su tradición científica o ambiciosos de crearla. Ya no son exclusivamente los cuatro gloriosos países donde se ha forjado nuestra actual civilización, sino también los pueblos nórdicos, que desde hace muchos años vienen colaborando con ellos de manera brillante, sobre todo en las ciencias físicas; y el coloso norteamericano; y razas tan dispares como húngaros, serbios y rumanos; y son también el Japón y la India, cuyas remotasculturas científicas, que parecían extinguidas para siempre, dan en nuestros días retoños vigorosos y envidiables; y a ellas ha venido a sumarse el enjambre de nuevas nacionalidades, deseosas de justificar ante el mundo el derecho a la independencia que se les ha concedido.

Y bien, ¿cuál es la posición de los pueblos de origen ibérico en este inmenso estadio olímpico de la Ciencia?

La moderna
producción cien-
tífica hispano-
americana.

El admirado Ortega y Gasset, como antes algún otro pensador español, ha afirmado rotundamente, sin salvedades ni atenuantes, «la notoria falta de vocaciones científicas y de dotes para la investigación, que estigmatiza a nuestra raza». Pero esta convicción pesimista, que cerraría las puertas a toda esperanza, exige algunos distingos.

La Ciencia es, sin duda, planta delicada que no arraiga en todos los suelos; pero aun en los más aptos y fértiles exige cuidados excepcionales hasta lograr su aclimatación. El nuestro no es absolutamente estéril, cuando en todos los siglos de relativa tranquilidad civil y aun a veces muy lejos de ella, han arraigado aquí y acullá semillas aisladas que siquiera menguadamente llegaron a fructificar, en medio de un ambiente nada propicio y aun hostil.

Ya en tiempos recientes, ha bastado una exigua protección del Estado para que las semillas importadas mediante viajes o simples lecturas por algunos jóvenes argonautas hayan producido una floración, modesta si se compara con las de muchos países, pero que habría parecido inverosímil y fabulosa hace no más de medio siglo.

Sin propósito exhaustivo, baste recordar la escuela de Historia, la de Arte, la de Lingüística, la de estudios arábigos, la de Zoología, la de Física y Química de Madrid y la de Química biológica de Zaragoza, el Seminario matemático y algunos otros centros en mayor o menor grado de florecimiento, que ya cuentan con una pléyade de investigadores. Ahí está, para orgullo nuestro, la copiosa lista de trabajos publicados sobre todas estas disciplinas; y para elegir una entre las más brillantes, baste aludir, a guisa de ejemplo, a las tablas frecuentemente reproducidas, del más joven de nuestros colegas, y a la revisión de pesos atómicos en que es maestro otro distinguido compañero, y a las exactísimas mediciones, que con frecuencia vemos citadas, del más prestigioso de nuestros físicos, a quien tanto debe la cultura patria. Trabajos, todos ellos realizados con tan concienzuda y paciente habilidad, que desmienten el prejuicio de la incapacidad de los meridionales para el esfuerzo tenaz y prolongado.

Pero con ser tan numerosos todos estos trabajos de las diversas escuelas españolas en plena producción, y algunos de ellos importantes, la frase de nuestro filósofo, gran vidente,

conserva todavía un profundo fondo de verdad. Porque casi toda esta magna labor, insólita en nuestra historia, es de carácter empírico, y aun dentro de él pertenece casi exclusivamente a los estadios descriptivo, sistemático y métrico, sin llegar todavía a la que consideramos como etapa final de la investigación empírica, esto es, al descubrimiento de relaciones y de leyes. Contamos con un descubrimiento de valor, los multipectes del espectro, de los cuales llegó Catalán a dar una clasificación empírica; pero con ser ésta la más importante contribución de que puede enorgullecerse nuestro país en el campo de las ciencias físicas, nuestro amor propio habría quedado más plenamente satisfecho si la explicación teórica, que hubieron de dar Sommerfeld y otros, hubiese nacido también en mente española.

Mucho hemos ascendido ciertamente en la estimación internacional, pero no poco falta todavía por andar. Sirva un ejemplo de muestra: a pesar del evidente progreso que por la cantidad y calidad de su contenido ha realizado la benemérita Revista de la Sociedad Española de Física y Química, no ha sido incluida en la copiosísima lista de revistas de todos los países, que encabeza la monumental enciclopedia titulada *Handbuch der Physik*, tantas veces aludida (*). Más afortunada ha sido, en cambio, su hermana menor la Revista Matemática, que suele figurar en las listas extranjeras, a pesar de las dificultades con que se desenvuelven entre nosotros tales estudios; y conviene hablar de fortuna y no de justicia, pues bien sabido

(*) He aquí la clasificación por países de las Revistas de Física o de Física y Química, que forman dicha relación inicial de la enciclopedia alemana:

Alemania	42	India	2
Estados Unidos	20	Noruega	2
Inglaterra	19	Dinamarca	2
Francia	6	Argentina	2
Suecia	6	Bélgica	1
Italia	5	Irlanda	1
Suiza	5	Polonia	1
Holanda	4	Rusia	1
Austria	3	España	0
Japón	3		

Sin embargo, en la revista española fueron publicados casi todos los trabajos de nuestros compatriotas, algunos de los cuales han merecido atención en la misma enciclopedia.

es por todos los investigadores hispánicos cuán difícil empresa es despertar interés con publicaciones en nuestra lengua, en la que todavía no se ha producido bastante ciencia de calidad, como para hacer necesario su aprendizaje a los sabios extranjeros.

Biología. Geo-
logía. Geofísica.

No solamente por razones de incompetencia para entrometernos en recintos muy lejanos del propio huerto, sino también por no haber pasado todavía de su período empírico y aun no haber superado algunas de ellas ni siquiera la etapa de la sistemática, quedando, por tanto, fuera del cuadro de este discurso, debemos omitir el examen de diversas ramas de la Biología.

Hemos de confesar además nuestro desconocimiento de la evolución de tales estudios entre nosotros, con la sola excepción de los histológicos, que tanto se han popularizado. Pero hay un más allá del estudio de los tejidos y es la disección de las células y el análisis del protoplasma en el cual, según nuestras noticias, concentran su atención multitud de biólogos y de fisico-químicos. Hasta hay una nueva disciplina, ya bautizada con el nombre de *micro-ergía*, que con su diminuto instrumental de micropipetas y micromanipuladores, logra capturar y manejar los microbios aislados con la misma diestra soltura que un gaucho ecuestre enlaza o bolea sus reses.

Un diminuto óvulo o un glóbulo de sangre son hábilmente disecados y tales estructuras, que se creían simples, han revelado, gracias a la nueva técnica, su complejidad interna de modo análogo a lo acontecido con el átomo. La distancia en el espacio y en la competencia nos ha impedido averiguar si tales métodos son practicados entre nosotros.

La medida de las constantes físicas del protoplasma, a saber: su elasticidad, su potencial eléctrico, etc., ha dado ya interesantes resultados para la Biología y aun tímidos atisbos sobre el enigma de la vida y sobre el íntimo origen de ciertos crueles flagelos del cuerpo humano. Quizás sea la novísima técnica el camino que conduzca a las ciencias biológicas hacia la meta de la previsión.

La previsión es, en efecto, la aspiración suprema y el fin último de toda ciencia; pero pocas han alcanzado todavía su mayoría de edad. La gran alegría del geólogo es la de prever, decía Marcelo Bertrand, como antes Eduardo Suess, y el inspirado Pedro Termier resumía así el plan de la Geología: saber, com-

prender, prever. Mas para prever ha sido necesario hacer cuantitativa la Geología, hacerla Geofísica, y sus progresos marchan paralelos al de los instrumentos de medida, cada día más sensibles y más exactos.

Como dice el propio geólogo francés antes citado, los sismos nos enseñan mucho más que los volcanes, porque son medibles y éstos no nos suministran datos numéricos; y todavía más que los sismos naturales nos enseñan los provocados artificialmente, siquiera sea en mínima escala y superficialmente.

Cuando se leen los grandiosos experimentos hechos en otros países para desentrañar la estructura de nuestro globo y los importantes resultados ya obtenidos, se percibe nuestra pequeñez en éste como en todos los terrenos científicos. Son los métodos magnetométricos, que serían tan eficaces en nuestro suelo; y los gravimétricos, con los que tan maravillosos resultados obtuvo el famoso Eötvös, cuya balanza de torsión acusaba desde su laboratorio el tránsito de los vapores del Danubio; son los sismos artificialmente producidos, mediante fuertes explosiones, cuyas ondas, medidas en espacio y tiempo, dan preciosos datos sobre la naturaleza de las rocas y las discontinuidades de los estratos; son los métodos eléctricos de prospección, con los cuales, mediante una fuerte corriente continua o alternada, se aprecia la diversa resistividad de las rocas que oculta el suelo y permite construir las superficies equipotenciales del subsuelo en profundidades que llegan hasta el millar de metros; y son las ondas herzianas, cuya reflexión en los yacimientos metálicos denuncia su existencia.

Son, en suma, todos los recursos de la Física puestos al servicio de la prospección de la corteza terrestre los que han permitido desechar o corregir diversas teorías geológicas; métodos que quizás no sean todos aplicados entre nosotros por su elevado costo, sin tener en cuenta que éste suelen retribuirlo con su utilidad económica (*). Gracias a ellos, el conocimiento del globo, antes meramente superficial, se va haciendo tridimensional y las teorías geológicas van ganando en elevación lo que las experiencias avanzan en profundidad.

(*) Tales prospecciones han permitido, en efecto, en muchos casos descubrir *salt domes*, esto es, bóvedas de sal gema, en cuyos bordes suele encontrarse petróleo.

Forzosamente debemos dejar de lado multitud de otras disciplinas que, si reciben el nombre de ciencias, es más bien como anticipo a crédito, en que ya se descuenta el porvenir. La Sociología, cuya organización científica a base de métodos estadísticos y cálculo de probabilidades ya se vislumbra, a pesar del libre albedrío de los individuos, que no excluye la existencia de leyes de conjunto para las grandes colectividades; la Historia, que sin abandonar su viejo empirismo meramente descriptivo, aspira a organizarse como ciencia sobre el rico material de los hechos catalogados, con el cual creía terminada su misión el miope positivismo.

La futura Historia propenderá, como lo hace la Física relativista, al descubrimiento de los invariantes, es decir, de aquellos elementos, de aquellas ideas, de aquellas propensiones que constituyen lo único absoluto y eterno en medio de la corriente siempre mudable y tormentosa de la vida. Y aunque todavía busca a tientas su camino, ya ha encontrado el nombre adecuado en el vocabulario de la escuela de Alejandría. Los *eons* vienen a ser los invariantes históricos, las constantes universales a través del espacio y el tiempo. Justamente es el análisis de un cierto *eon* histórico de nuestra vida nacional y aun racial el que nos proponemos en este deslabazado discurso.

Si pasamos ahora al campo filológico, vemos ante todo que hay múltiples lazos que la relacionan con todas las anteriores. De un lado la Fonética, en su aspecto fisiológico y positivo, único cultivado entre nosotros, es disciplina limítrofe por sus varias fronteras, con la Fisiología y con la Acústica. Por otro lado, las investigaciones todavía inmaduras (*) sobre Gramática universal, vienen a ser como la Axiomática de todo lenguaje o de grupos de lenguajes, y como tal, mucho más cercanas de lo que pudiera creerse a las ciencias exactas y lógicas; las conexiones con la Historia y con la Antropología son sobremanera evidentes.

Pero también en estas disciplinas filológicas, tan brillantemente cultivadas entre nosotros, encontramos el mismo *eon*, iguales características que en las antes reseñadas. Porque la

(*) Después de los viejos y ya abandonados intentos, parece que la escuela de Husserl vuelve en nuestros días a abordar este problema de la Gramática general. Véase, por ejemplo, la cita en la conferencia de Romero al final de este discurso.

Fonética, por ejemplo, según hemos aprendido en libros y conferencias de autoridades mundiales, tiene dos orientaciones muy diversas. De un lado está lo que algunos llaman Fonética fisiológica, esto es, el estudio del mecanismo de la fonación y de la audición; ciencia físico-fisiológica que utiliza algunos sencillos instrumentos, como, por ejemplo, el paladar artificial para señalar las zonas de contacto en cada sonido, y el kimógrafo que registra los sonidos componentes de cada palabra y construye su gráfica con técnica análoga a la de un sismógrafo, sirviéndose de un diapasón como instrumento de medida (*).

No es preciso encomiar aquí, porque nuestros elogios carecerían de valor, el alto grado de perfección con que tales medidas se realizan entre nosotros, y muy orgullosos debemos sentirnos de tener una autoridad de fama internacional entre los especialistas. Pero también aquí incurre el vulgo en la falacia de tomar la parte por el todo. Porque esa Fonética es solamente una rama; y aun dentro de algunas modernas tendencias queda excluida del campo de la Fonética propiamente dicha, que se apoya en tales medidas para sus construcciones teóricas. Autoridades como Forchhammer, que, al decir de los entendidos, sienta jurisprudencia, protestan de que esa Fisiología de la voz y del lenguaje, aunque cercana a la Fonética, se llame también Fonética (**). Basta, en efecto, hojear cualquier obra inspirada en esta orientación idealista de la Fonética, para notar que en toda ella se pisa otro continente, no transitado todavía por los hispanoparlantes. Y no sólo es interesante en sí misma, sino también en su faz evolutiva, como instrumento de análisis para inducir etimologías, sin incurrir en las fantásticas derivaciones a que tan aficionados son algunos escritores de nuestra lengua, que por simple olfato, cual finos lebreles, rastrean las raíces de cada palabra, enterradas bajo el aluvión de los siglos.

Y todavía hay un más allá, la interpretación psíquica, que ya entra en la Filosofía del lenguaje; y el *Schallanalyse* de Sievers, que ni siquiera podemos enunciar en nuestra lengua, porque nadie en ella ha abordado tales problemas todavía.

(*) También se utilizan recientemente radiografías para el estudio de la fonación. (Véase Forchhammer, en la lista final).

(**) Véase al final la lista bibliográfica.

En otra rama de la Lingüística tenemos un eximio representante de la Gramática histórica, que se ha consagrado al tema español, antes apenas explorado, y cuya formidable obra universalmente estimada es, al decir de los doctos, digna de la más alta admiración; pero nadie cultiva la Semasiología o teoría de la significación, nadie la Filosofía general del lenguaje y casi nadie, en particular, la Estilística (*).

Nótase, pues, en Filología, como en toda otra ciencia, el mismo apego al empirismo, la misma afición a lo concreto y cercano y también la misma falta de inquietudes teóricas (**). Y con estos distingos, la afirmación de Ortega y Gasset se impone ya, en cuanto regla general (que las singulares excepciones confirman), pero truncando en ella la arista que mira al porvenir.

Que la creación científica en su sentido genuino no existe entre nosotros en dosis apreciables, es un hecho visible y palmario; que las causas sean fatales, como algunos creen, es ya hipótesis que no debemos aceptar antes de haber agotado todos los ensayos.

Contribución
hispanica a las
ciencias teóricas

Y bien, ¿cuál es el saldo de la contribución de los pueblos de nuestra lengua a la ciencia teórica?

Ante todos en el tiempo y quizás por encima de todos en importancia, están las teorías del más ilustre de nuestros colegas sobre el sistema nervioso. En las ciencias físicas, aparte de las interesantes ideas de Gaviola sobre la fluorescencia, y del ensayo de teoría de los rayos canales, debido a un querido colega recientemente incorporado a esta casa; y del esbozo sobre magnetismo atómico, en colaboración con su maestro y compañero; y de las atrevidas teorías de un laborioso profesor de la escuela cesaraugustana; y de los ensayos del distinguido

(*) Según nos informa el gran filólogo Vossler, se ha iniciado recientemente su estudio, con notable éxito, por el Dr. Alonso, en el Instituto de Filología de Buenos Aires. Es de esperar que la visita del profesor alemán estimule la afición a la Filología idealista, tan descuidada por españoles e hispanoamericanos. Ojalá sea también eficaz la traducción catalana hecha por Montoliú, del libro de Vossler sobre Filología empírica e idealista.

(**) Escudriñando los trabajos históricos de lingüística española, se encuentran accidentalmente algunos atisbos teóricos que en opinión de los entendidos podrían desarrollarse quizás sistemáticamente. Tales son las ideas de Menéndez Pidal sobre la diptongación, sobre la estabilidad e inestabilidad en el lenguaje, sobre los principios que rigen la evolución fonética y sobre el concepto de poesía popular.

colega que cultiva entre nosotros la Sismología; y de los modestos trabajos matemáticos españoles y argentinos, no conocemos, aunque es probable que exista, ningún otro intento logrado de creación teórica en las veinte naciones de nuestra lengua (*).

Y no incurramos en el mismo espejismo que desorientó a nuestros padres, quienes creían en la genialidad de los formuladores de leyes empíricas y de teorías físicas; pues en multitud de países se cosechan a centenares.

Elijamos al azar un punto tan concreto como es el ferromagnetismo, y en tan limitado campo, después de tropezar con los nombres gloriosos de Ampère, Weber, Maxwell, encontramos las siguientes teorías de contemporáneos nuestros: las de los franceses Langevin y Weiss, la del alemán Frivold, la del inglés Ashworth, la de los japoneses Honda y Okubo, la de nuestro antiguo colega platense Ricardo Gans, y varias otras que modifican éstas; y lo propio acaece en cualquiera de los infinitos capítulos de la Física. Análoga contribución hace desear el sacrificio del Estado español en pro de estos estudios.

Menos afortunados al parecer o menos merecedores de la protección oficial, algunos cultivadores de las ciencias matemáticas siguen trabajando abnegadamente sin poder consagrarse, como desearían, a la investigación, único modo de cosechar resultados valiosos. Pero, aun luchando con dificultades de variada especie, en uno y otro continente, los resultados ya son apreciables. Numerosos trabajos de españoles y argentinos fueron presentados en los congresos internacionales de Cambridge, Estrasburgo y Bolonia; y otros han sido publicados en importantes revistas extranjeras (**) amén de los que ven la luz

(*) El pretendido potencial aditivo de Loyarte, no pasó de ser un intento frustrado, como demostró Loedel Palumbo.

(**) Salvo alguna omisión involuntaria, los trabajos publicados en las actas de los congresos internacionales son: el de Terradas, sobre movimiento de hilos según curvas, presentado en el Congreso de Cambridge y después incluido en la obra de Greenhill; los del autor de este discurso publicados en las actas de los congresos de Estrasburgo y de Bolonia; el de Torroja (A) en el de Bolonia, y los trabajos de los señores Babini, Blaquier, La Menza, Durañona y Varela, alumnos del seminario matemático de Buenos Aires y de la Plata, publicados en las actas del mismo congreso de Bolonia.

en la revista española y en las cinco diversas revistas matemáticas argentinas (*).

También en Perú hay un incipiente movimiento matemático cuyas figuras preeminentes son García y Losada Puga; así como lo es el benemérito García de Zúñiga en el Uruguay; en Chile está el eminente analista Grandjot y en Bolivia Lurquin, reconocida autoridad en Cálculo de Probabilidades.

Aunque no tan velozmente como en las tierras vírgenes del Plata (**), donde el progreso, libre de trabas tradicionales, suele ser saltuario, la cultura matemática avanza en España con paso lento; y aunque todavía no ha cuajado apenas en publicaciones originales, es de esperar y desear que fructifique antes de muchos años (***). Es consolador ver que algunos estudiantes leen obras y memorias alemanas, cuando no hace mucho que eran considerados como ejemplares curiosos los muy contados pro-

Las revistas extranjeras arriba aludidas en que han aparecido algunos de los trabajos más recientes de los discípulos de quien escribe estas líneas son:

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris (4 memorias); Bollettino dell'Unione matematica Italiana (4 notas); Giornale di Matematiche di Pascal (2 memorias); Rendiconti del Circolo matematico di Palermo (1 memoria); Rendiconti del R. Istituto Lombardo (1 nota); Atti della R. Accademia Nazionale dei Lincei (1 memoria); Toohoku Mathematical Journal (1 memoria).

(*) Las revistas matemáticas argentinas son: Boletín del Seminario Matemático Argentino; Trabajos del Seminario de Matemáticas de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Buenos Aires; Contribución al Estudio de las Ciencias de la Universidad de La Plata; Boletín de Matemáticas de Baidaff. Además publican trabajos matemáticos la Revista de la Universidad, la Revista del Centro de Estudiantes de Ingeniería de Buenos Aires, las análogas de otras Universidades, los Anales de la Sociedad científica Argentina, etc.

(**) La semilla sembrada en tierras americanas ha producido ya sus frutos y los nombres de Babini, Biggeri, Blaquier, Durañona, González, La Menza, Varela, Vignaux, son ya conocidos por los que siguen el movimiento mundial en las publicaciones internacionales, donde sus ideas y resultados son analizados benevolentemente.

Muy especialmente la teoría de series e integrales, cuenta ya con interesantes aportaciones de jóvenes argentinos (sobre todo del extraordinario Biggeri) sin contar los trabajos de índole práctica antes aludidos que salen del marco puramente teórico en que ahora encerramos nuestro análisis.

Digna de nota es también la actividad matemática de Baidaff, Butty, Dassen, Jaime, Pascali, Rebuelto y Valeiras.

(***) Bachillgex, Barinaga, Cámara, Orts, Pineda, San Juan y Torroja son los Profesores más jóvenes en quienes ponemos nuestras esperanzas de creación original, así como en los estudiantes Flores, Pí, Ríos, Santaló,

fesores que se atrevían a bucear en el Crelle, guardado en el arca santa de la Facultad como una venerable reliquia bibliográfica.

Orgullosa estaría el benemérito Galdeano de haber hecho escuela; él que consumió sus recias energías en protestar contra nuestra incultura matemática y en lanzar a los vientos de la publicidad los nombres de teorías y los títulos de memorias, descargando sobre nuestras cabezas toda su erudición para aplastarnos bajo el peso de nuestra propia ignorancia.

En Matemáticas, como en todas las ciencias teóricas, vamos a la zaga de muchos países europeos, americanos y asiáticos; pero este reconocimiento sincero deja margen a la inmodestia de creer que es en Matemáticas donde los hispanoparlantes andamos menos distanciados de aquellos países; pues algo creamos, aunque no sea todavía de importancia, y mucho más haríamos en ambos continentes si las autoridades académicas llegaran a interesarse por este problema y se pusieran en serio a resolverlo.

Al viejo y siempre vivo problema ¿por qué no ha habido en España matemáticos? hay que contestar con otra pregunta más amplia: ¿por qué no hemos tenido ni tenemos apenas todavía originalidad teórica en ninguna ciencia?

* * *

Carácter de la
Física actual.

Decía donosamente un famoso profesor inglés que a la puerta de la Física en el momento actual debería ponerse un cartel con esta leyenda: «Cerrado por reparaciones urgentes. Prohibida la entrada.»

Tal es, en efecto, la febril actividad que hoy reina en el vetusto palacio; pero tanto es lo que falta por reedificar, que apenas si se vislumbra cuales serán las líneas definitivas de la nueva construcción. Alas enteras del edificio son derruidas para levantarlas según nuevos planos; cuerpos que parecían haber alcanzado magnífica realización, se agrietan y cuartean.

El peligro de trajinar entre andamios, que ya existe para el profesional, se agrava para el visitante profano y todavía se complica con el riesgo probable de algún cascotazo no fortuito. Pero aun con todos estos peligros, la Física llama hoy a todos y a todos obsesiona de modo tal con sus enigmas, que no resistimos a la tentación de penetrar en el viejo caserón.

Leibniz se esforzaba en explicar las misteriosas relaciones entre materia y espíritu con la imagen de dos relojes acordes y analizaba sucesivamente tres posibilidades: 1.^a Hay una conexión tal que las vibraciones producidas sobre un soporte común los hace influirse recíprocamente y marchar eternamente de acuerdo. 2.^a Hay un espíritu supremo que constantemente corrige y regula uno para mantener su concordancia con el otro. 3.^a Ese espíritu los dotó de tan idéntico mecanismo que sin necesidad de correcciones marchan de acuerdo independientemente. Y aun olvidando (como hizo notar Fechner) la cuarta y más importante posibilidad, que ambos relojes fuesen en verdad uno mismo, esto es, movidos por el mismo resorte, el gran filósofo concluía por exclusión que sólo la tercera hipótesis, esto es, la armonía preestablecida, lograba explicar satisfactoriamente el eterno paralelismo.

Esta imagen, también usada por otros filósofos, pudo ser una ilusión para la ciencia teórica, que aspiraba a construir una máquina tal que, con pequeños retoques en su mecanismo regulador, se conservara isócrona con el Universo; pero a la hora actual la convicción general es muy otra, a saber: si la ciencia es un reloj, el Universo no lo es y la coincidencia es puramente parcial y precaria y en cierto modo milagrosa.

La posición del físico actual es más bien la de un aprendiz de maquinista que para conocer la presión de su caldera consulte el reloj de pared. Y es indudable que sus indicaciones serán bastante aceptables algún tiempo, mientras la caldera toma presión a la par que las saetas avanzan; el fracaso de la teoría y el desconsuelo de su descubridor vendrán conjuntamente al observar que las saetas siguen avanzando aun después de apagada la caldera. Si al día siguiente el aprendiz dirige sus miradas al termómetro de la sala de máquinas, se sentirá orgulloso de haber encontrado al fin la verdadera medida de la presión, puesto que el nuevo aparato no adolece de la grave falla que el primero tenía, ya que avanza con la presión y desciende al apagar el fuego. Y aun es justo reconocer que la teoría no es demasiado absurda, ya que, en último análisis, toda medida física no es sino una correspondencia biunívoca invariable entre dos fenómenos, uno de los cuales se toma como tipo de comparación.

Si a pesar de tan satisfactoria solución ese aprendiz de ma-

quinista no se encariña demasiado con su descubrimiento y, al observar que la plateada columna sigue oscilando con independencia del fuego de la caldera, lo abandona por inservible, el intrépido investigador será el perfecto prototipo del moderno físico.

Para toda filosofía idealista conocer la naturaleza significa formar conceptos universales y «formular juicios absolutamente universales sobre la realidad, esto es, descubrir leyes naturales». Pero los físicos, a fuerza de desengaños, se han curado ya de tamaña ilusión, y cuando una teoría o un principio que parecían arrancados al código del Universo, llegan a serias discrepancias con la realidad, se abandona el inservible artificio para buscar otro más adecuado de estructura diferente.

Menos poética que la metáfora del libro de la Naturaleza— de que ya se mofaba Galileo —, pero más gráfica, es aquella comparación de Voltaire: «las teorías físicas son como ratones que pasan sin dificultad por nueve agujeros, pero se atascan en el décimo». Y debemos felicitarnos de haber alcanzado el interesante espectáculo de tantas ágiles teorías que han encontrado al fin en nuestros días su décimo agujero.

El conocimiento físico.

La ciencia elabora una imagen isomorfa de la realidad, pero no a la manera de un espejo, sino de un esquema. Como dice Rickert, el conocimiento científico transforma y simplifica la realidad, la cual sólo se hace racional a costa de sacrificar la continuidad o con la omisión de la heterogeneidad. Ahora bien; tanto la continuidad homogénea como la discreción heterogénea son uno de los objetos de la Matemática; luego la realidad física es racional en tanto que matemática. Nuevamente adquieren vigencia las palabras de Kant: «En toda disciplina natural sólo puede encontrarse de ciencia propiamente tal lo que en ella haya de Matemática.»

Durante la fracasada era mecanista de la Física se entendió que debía decirse Mecánica donde Kant dice Matemática; pero las cosas han vuelto al cauce que les trazó el filósofo regiomontano. El átomo físico se ha hecho inteligible gracias a su fraccionamiento en entes cuya naturaleza no es posible penetrar y todo lo que la Física actual puede decir del átomo está contenido en un cierto conjunto de entes abstractos, provistos de signos + y — y dotados de ciertas velocidades; es, pues, un

simple puñado de cifras y de puntos abstractos, esto es, un ente puramente matemático.

Y lo que los físicos llaman *concepto* de la gravitación, no es, como observa juiciosamente Rickert, sino la *ley matemática* de la gravitación. Y los movimientos vibratorios a que se redujo la Física durante más de un siglo, no son más que un modo convencional e intuitivo de esquematizar la periodicidad temporal de ciertas funciones físicas; la única definición clara y sincera de las vibraciones electromagnéticas es ésta, que ya figura en la obra de los físicos enemigos de subterfugios: «Son las soluciones periódicas respecto del tiempo, de las ecuaciones de Maxwell, de frecuencia arbitraria» (*).

Tal era ya el carácter esquemático de la Física de los últimos decenios, en cuanto tenía de inteligible; y si no estuviéramos acostumbrados a la falta de sentido crítico que caracteriza a toda época de florecimiento de una ciencia, cuya abundancia de frutos hace olvidar la endebles de sus raíces, nos parecería insólito el desconcielo de los físicos que ahora se desconciertan ante el carácter puramente abstracto y matemático puro de la nueva física de Einstein, Minkowsky y Weyl, de Broglie, Schrödinger, Heissenberg y Dirac (**).

Nada de sorprendente tiene este modo de ser de la Física que data de mucho tiempo atrás; pero, en cambio, nos plantea, en forma aguda el eterno enigma de las relaciones entre naturaleza e intelecto con un cariz desconcertante. Porque mientras las teorías físicas eran consideradas como itinerarios que la agudeza humana lograba descubrir sobre la pampa de la realidad, nada de insólito tenía y por el contrario mucho de probable, que al transitar por tales caminos encontrásemos de vez en cuando nuevos poblados; y no era taumatúrgico, sino bien na-

(*) Véase por ejemplo, Sommerfeld, von Misses, etc. (Bibliografía al final).

(**) El propio principio de incertidumbre y el asombro que muestran muchos físicos, denuncian la recóndita ilusión que se habían forjado de poder determinar con precisión indefinida toda clase de medidas. Ahora bien; no ya en lo microscópico, sino hasta en lo macroscópico, bien visible y tangible a través directo de los sentidos y no a través de las teorías, era bien sabido el infranqueable límite de las siete cifras decimales *exactas*, justamente por la estructura molecular de la materia. El principio de Heissenberg es de naturaleza diversa, pero conduce a una limitación de que no podemos sorprendernos.

tural, que una sencilla extrapolación permitiese conjeturar su existencia; pero lo que resulta sobremanera sorprendente y hiere nuestra imaginación con los extraños contornos de lo ininteligible es que la ciencia actual, viaje fantástico entre las nubes artificiales creadas por el propio intelecto, sin visión ninguna del paisaje, ni más contacto con él que algún sondeo aislado de vez en cuando, para no perder demasiado el rumbo, permita predecir fenómenos reales (*).

El método matemático y la predicción física.

Quizás llegue a dar una explicación algún filósofo que logre penetrar en la ciencia más hondamente de lo que suelen considerar suficiente. Mientras tanto, son los mismos hombres de ciencia los que se afanan en descifrar el enigma, y la explicación única que hasta ahora se ha logrado es ésta: el universo físico, en cuanto tiene de inteligible, está construido *more geometrico* (**); por esto y sólo por esto se cifien a sus formas tan maravillosamente los esquemas matemáticos, con una sola nota que tomen de la realidad, ni más ni menos (permítasenos la vulgaridad) que si fuesen trajes ya confeccionados.

Y al estampar tamañas afirmaciones tenemos presentes cuantos anatemas se han fulminado en tiempos pretéritos contra ese pretendido círculo de hierro en que ya Descartes encerraba las ciencias físicas y del que inútilmente pretendemos evadirnos, para volver a caer dentro de él. Y recordamos la condenación de Goethe: «Las fórmulas matemáticas, cuando se aplican fuera de su esfera propia que es lo espacial, resultan rígidas y sin vida y este proceder es grandemente inhábil.»

Ciertamente es lo espacial *uno* de los objetos primordiales de la Matemática, aunque no el *único*, como dice el pontifice de

(*) Todas las reflexiones arriba hechas sobre la realidad carecen de sentido para los positivistas que profesan el *sensacionismo* de Mach (tal por ejemplo nuestro distinguido colega Gaviola.) Para ellos, la Física es simplemente un método ordenador de nuestras sensaciones; y carece de sentido hablar de realidad externa. Desde este punto de vista, el problema de la predicción de nuevas sensaciones, a que quedaría reducida la misión de la Física, aparece como inatacable.

(**) El físico y astrónomo Jeans, dice gráficamente que el Supremo Hacedor tenía más de matemático que de biólogo y viene a identificarlo con el pensamiento matemático en su conocido libro reciente.

Weimar; pero también lo temporal es accesible al método matemático, y como el aspecto espacial temporal es el único que hasta ahora parece inteligible de la realidad física, no hay más remedio que persistir en ese «proceder inhábil».

Y todavía quedan de reserva multitud de teorías espaciales de índole cualitativa y no cuantitativa, y otras meramente combinatorias o totalmente abstractas, que todavía no han sido utilizadas; y como el arsenal sigue enriqueciéndose, aunque no tan de prisa como los físicos exigen para sus construcciones, no se vislumbra el final de esta era, que el gran poeta alemán consideraba nefasta, condenándola con estas palabras: «Háse adueñado del mundo la ilusión alimentada por los matemáticos, de que en la Matemática está nuestra única salvación, siendo así que la Matemática, como cualquier otro órgano, es insuficiente para el todo.»

Nada más exacto entonces y nada más inexacto ahora, en que el filósofo Rickert adopta todavía como suyas tales palabras, olvidando que ni la ciencia matemática ni sus cultivadores son los coetáneos de Kant. Anacronismo flagrante es atribuir a los matemáticos actuales tal preocupación, de que ya se desligaron hace más de medio siglo, para dedicarse a construcciones abstractas y desinteresadas, lejos de toda aplicación física, y sin vislumbre remoto de ella; a pesar de lo cual los físicos se empeñan en buscárselas. En anacronismo incurre también Rickert, como otros muchos filósofos, al «combatir una concepción falsa de la conceputación puramente *cuantificada* y, por lo tanto, de la matemática» (*).

Verdad palmaria es, en cambio, que en el mundo físico hay calidades que escapan a toda medida y son, por tanto, rebeldes a los métodos cuantitativos hasta ahora usados; y aunque muchas podrán ser abordadas topológicamente, siempre quedará un mundo infinito de realidades más útiles y quizás más interesantes, que será inabordable matemáticamente y también, por lo que hasta ahora se vislumbra, de cualquier otro modo (**).

(*) Varias veces hemos hecho notar que la Matemática no sólo se ocupa de la *cantidad*, como siguen creyendo muchos filósofos. La Topología, los espacios abstractos, etc., no tienen nada de cuantitativo.

(**) Todos los ensayos de evasión del círculo de hierro matemático para la explicación del mundo físico han resultado hasta ahora estériles. Basta

El método matemático da nada más que un conocimiento estilizado del Universo; un conocimiento que Du Bois Reymond habría llamado *astronómico*; nada más nos da, pero también nada menos.

Si se vislumbrara en los confines del horizonte científico, aunque fuera remoto y confuso, algún otro modo para el estudio del mundo físico, podría apelarse de la sentencia condenatoria del poeta, alegando modestamente, a la vista del rico caudal ya atesorado: *No es todo, pero es mucho*. Mas, ante la permanente cerrazón del horizonte, es más exacto decir: *No es mucho, pero eso es todo* (*).

Las teorías
matemáticas au-
xiliares de la Fí-
sica actual.

¡Con qué admirativa compasión y desde respetable distancia contemplaban los físicos de fines del siglo el panorama de la Matemática, cada día más abstracta y más abstrusa, más desligada de la realidad física! Números hipercomplejos y Álgebra de matrices, Teoría de conjuntos y espacios abstractos, Geometrías pluridimensionales y no euclidianas, Teoría general de invariantes y Cálculo absoluto, Topología y Cálculo de funcionales..... Todo ello producto de razonamiento puro, obra lírica de la inteligencia, despreocupada del mundo material y aun preocupada de no ocuparse de él (**).

La Matemática había dejado de ser la niña dócil, que la Física llevaba de la mano al colegio y le imponía sus deberes escolares; se había hecho señorita andariega y aficionada a las

recordar el fracaso de la teoría de los colores del propio Goethe; y en nuestros días la infecundidad de los físicos que más furiosamente se revelan contra el método matemático, como el benemérito y belicoso Bouasse, tan meritorio en cambio, por su colosal obra didáctica.

(*) Quede para otra oportunidad la más amplia justificación de este apotegma, pero vaya por anticipado esta aclaración: con la amplísima organización hipotético-deductiva, que caracteriza a la Matemática actual, ésta viene a coincidir con la Lógica de clases y de relaciones; y método *racional* es casi equivalente a método *matemático*. Cuando los impugnadores del *matematis-mo* (véanse, por ejemplo, los argumentos en el Discurso del P. Arnáiz) nos den un conjunto de nuevas ideas primarias, nada parecidas a las actuales, pero suficientemente *claras* para razonar sobre ellas, les devolveremos elaborado un nuevo sistema científico del Universo.

(**) Para Jacobi un problema de Teoría de números tiene más interés que todo el sistema del Universo; y Galois declara que se ocupa de la Teoría algebraica de ecuaciones porque de ella no se obtendrá ninguna aplicación útil.

aventuras; afición de que se ha contagiado desde hace algunos años su venerable institutriz. La Física actual no es menos abstracta que la más abstracta de las teorías matemáticas y en esta abstracción, es decir, en esta generalidad amplísima, reside su fecundidad.

Como dura lección a los positivistas que todavía sueñan con implantar aquel viejo reglamento policial redactado por Augusto Comte para poner freno a lo que consideraba desvarios de la ciencia (*) la obra de este siglo ha venido a subvertir las categorías comtianas de lo razonable. Son estas teorías matemáticas abstractas, precisamente éstas y casi nada más que éstas, las que han permitido levantar la fortaleza de la física actual.

El fracaso del utopismo mecanista (**), que vanamente pretendía encerrar el Universo en el triángulo conceptual «espacio—masa—tiempo» trazó una nítida divisoria de las aguas; de un lado quedaron los físicos experimentales y teóricos y en la otra vertiente los físicos matemáticos, consagrados a la organización deductiva de las únicas ramas dóciles al Análisis matemático, tales como Mecánica de fluidos, Elasticidad, etc.

Pero las cosas han cambiado paulatinamente; primero fué la teoría del potencial la que se hizo abordable matemáticamente, y después toda la Electrostática y vinieron más tarde las ecuaciones de Maxwell a dilatar ampliamente los dominios de la Física matemática con la teoría electro-magnética; finalmente, los grandes progresos realizados en lo que va de siglo por la teoría atómica, han descubierto un rico caudal de datos numéricos, que desborda aquella escueta terna de la Mecánica clásica, aun ampliada con los métodos estadísticos que ya dentro de la

(*) He aquí los primeros artículos del código comtiano: 1.º Se prohíben las investigaciones no positivas.—2.º Se prohíben las investigaciones sin interés para el hombre, tales como la constitución química de los astros, por ser impenetrables a su espíritu.—3.º Se prohíbe el estudio de los fenómenos minuciosos, especialmente con el microscopio, que es un medio de investigación equivoco.

(**) He aquí una frase de Huygens (1690) que expresa el estado de opinión de los físicos durante dos siglos: «Dans la vraie philosophie on conçoit la cause de tous les effets naturels par des raisons de mécanique. Ce qu'il faut faire à mon avis ou bien renoncer à toute espérance de jamais rien comprendre dans la physique»

centuria pasada habían permitido dominar a la Termodinámica. Disecado el átomo de los griegos, la materia se considera como formada por gránulos de electricidad, que, en verdad, son por ahora los últimos elementos de la descomposición, es decir, los verdaderos átomos; y como todo nuestro conocimiento de ellos está encerrado en ese conjunto de números, las construcciones teóricas dignas de tal nombre deben apoyarse exclusivamente en ellos, difiriendo solamente unas de otras en el algoritmo matemático elegido para operar con ese puñado de cifras.

Para Heissenberg los números elegidos son las frecuencias e intensidades de las líneas espectrales características del átomo; y como éstas son producidas por saltos de una a otra posición de una cierta sucesión numerable, el conjunto de posibilidades está representado por una matriz infinita, que en esta nueva Mecánica viene a sustituir a la cuaterna de coordenadas espacio-temporales, con un contenido físico infinitamente más rico. En el Algebra de los *observables* de Dirac son, por el contrario, números hipercomplejos de infinitas componentes los elementos de cálculo, y mucho más complicados son en las teorías de Hilbert, von Neumann, etc.

En cambio Schrödinger, no atreviéndose a romper tan abiertamente con el clásico algoritmo de la continuidad, sigue utilizando ecuaciones diferenciales, en las que logra introducir la discontinuidad que exige la concepción cuantista, por el resquicio de los valores propios, que cuantifican sus soluciones periódicas.

Tan de lleno hemos entrado en la era del atomismo, que ya nos parece haber envejecido siglos aquella Termodinámica de lo continuo, repleta de integrales, en la que Duhem pretendía eliminar los átomos; la Física entera ha vuelto al pitagorismo, más bien que al galileismo; pero no incurramos en la ilusión de haber encontrado ya el camino verdadero y definitivo. Poincaré profetizó que la ciencia está condenada a oscilar eternamente entre el atomismo y el continuismo, porque responde a la dualidad del espíritu, que aspira a ver y a comprender; y la Mecánica ondulatoria, ensayo de reconciliación entre los dos términos antes considerados como antagonicos y excluyentes, ha sido recibida con aquella íntima alegría que suelen producir los tratados de paz.

Con tales poderosos y variadísimos implementos se pretende

labrar las fértiles provincias de la Física que la Mecánica newtoniana había abandonado impotente; y como forzada consecuencia de esta ampliación, la frontera entre Física teórica y Física matemática, cada día más borrosa e imprecisa, está a punto de desaparecer. Ya no es posible la creación teórica en casi ninguna teoría física sin una profunda versación matemática, y aun no basta conocer a fondo las teorías ya elaboradas, sino que se precisa capacidad creadora de nuevos algoritmos matemáticos.

Son los modernos artífices de la Física: Broglie, Schrödinger, Heisenberg, Dirac, como Einstein pocos años antes, quienes presintieron los algoritmos necesarios para la elaboración de sus nuevas ideas, y aun iniciaron su construcción, hasta que se vieron obligados a recurrir a los matemáticos en solicitud de ayuda, aprovechando largamente la previsión desinteresada que había ido acumulando en los archivos de las revistas matemáticas casi todo el instrumental necesario. Y se da la injusticia de que siendo las dificultades de la nueva técnica casi exclusivamente de índole matemática, sólo perduran en la memoria de las gentes los nombres de los físicos que supieron aprovechar eficazmente toda esa inmensa cantidad de pensamiento ya acumulado, mientras suele ignorarse quiénes les dieron el problema casi completamente resuelto (*).

Que las dificultades más serias en la nueva Física son de índole matemática, se confirma viendo en las magníficas publicaciones de estos nuevos clásicos, cómo no lograron aprender sino a medias las lecciones de sus colegas; y cómo es maltratado el instrumento matemático, quizás para no abandonar una tradicional costumbre desde que en el siglo XIX se efectuó la separación de bienes entre las dos familias. Y denunciemos tales estropicios que dañan a la lógica y perjudican la solidez de la construcción, curándonos en salud de los probables zarpazos con que, por la opuesta causa, será castigada esta intromisión nuestra en sus dominios.

Las geniales obras de Broglie, Dirac y aun Schrödinger,

(*) A la oportuna publicación de la obra de Courant-Hilbert, donde están expuestas todas las teorías que han permitido el desarrollo rapidísimo de la nueva Física, debe agradecerse en buena parte esta reciente revolución científica.

son, en efecto, completos muestrarios de todas las operaciones ilegítimas que registra el Análisis matemático (*). La famosa función de Dirac tiene el pecado original de no ser tal función; y si se pretendiera utilizar como tal, lo que no es sino una función estilizada o un simple esquema de un proceso de convergencia (como intenta, con desgraciado éxito, Broglie en su último libro), los resultados serían fantásticos. (**)

Mas, no señalamos tamañas deficiencias en tono de censura, sino con la más alta admiración hacia el extraordinario sentido de orientación, que demuestran estos geniales físicos en medio de la selva matemática, sin la guía de un algoritmo seguro, que aún no ha sido bien elaborado. ¡Con qué magnífica audacia maneja Dirac ese fantasma de función, nula en todo punto e infinita en uno, hasta llegar a resultados válidos! Es que su autor es a la vez geómetra y físico; y con la doble intuición de las infinitas curvas variables que su función esquematiza y de la realidad física que representan, adivina el verdadero resultado. Los matemáticos puros juzgarían preferible que lo diera directamente, como simple intuición geométrica, sin buscar la complicidad del Análisis, al cual hace perder toda su dignidad lógica, para reducirlo a un simbolismo vacío y aun contradictorio; pero pueden tranquilizarse los amantes del rigor, pues hemos logrado demostrar las conclusiones de Dirac, mediante la teoría de las integrales singulares, convenientemente ampliada, como en lugar oportuno daremos a conocer.

(*) En las publicaciones de Mecánica ondulatoria se ha perdido, en efecto, el rigor que ya se había hecho consustancial con la Mecánica clásica, y ante la prisa de llegar a resultados físicos, se ha adoptado el ritmo rápido y despreocupado que suele caracterizar a toda la literatura física. Los pasos al límite se hacen sin cuidarse de su legitimidad; las variables se suponen constantes cuando conviene, aun estando muy lejos de serlo; las inversiones de signos de sumación e integración se efectúan valientemente, sin preocuparse de los riesgos de ilegitimidad, etc., etc. Y la costumbre adquirida conduce a tales descuidos, aun en los casos en que sería fácil razonar con limpieza.

(**) En la página 156 del último libro de Broglie (véase la lista bibliográfica al final) da para la función $\delta(x)$ de Dirac dos expresiones algorítmicas, y las dos son totalmente erróneas: una es el límite para $n \rightarrow \infty$ de $\frac{\sin 2\pi nx}{\pi x}$ y la segunda, todavía peor, la identifica con la función de Dirichlet.

Naturalmente, todos los cálculos que hace con ellas resultan inútiles.

Y no se crea que con estas teorías y la de matrices, sumadas a los clásicos algoritmos y al cálculo de probabilidades, ya se tiene todo el instrumental necesario para construir la Física; pronto serán de uso frecuente los espacios abstractos, y el cálculo funcional, especialmente la teoría de las operaciones distributivas, y los espacios de Hilbert, sin contar con la Topología, indispensable para estudiar la variación de las nuevas variables físicas que, siendo números complejos o matrices, no ofrecen ya entornos de naturaleza simple, como hasta ahora acontecía. El estudio de éste, al parecer simplicísimo, conjunto de los fenómenos físicos que deben considerarse como *próximos* a uno dado, exige formar el producto topológico de infinitas variedades, problema apenas abordado todavía en el *Analysis situs*, que exigirá, por apremios de la nueva Física, una urgente ampliación; debiendo mientras tanto suplir con la intuición las deficiencias de la teoría.

Este manejo intuitivo de instrumentos matemáticos nuevos, y aun la creación de algoritmos eficaces, como han hecho todos los grandes físicos actuales, doble condición necesaria para crear algo interesante en la nueva Física, es infinitamente más difícil que el simple dominio del Análisis clásico, como hace pocos años era suficiente para ser físico teórico y aun físico matemático; y por todo ello nos parece tan lejana la colaboración de nuestro país en este magno movimiento en que trabajan con febril actividad naciones de cuatro continentes.

Los creadores
de la Física ac-
tual.

En ocasión reciente, un distinguidísimo compañero afirmaba que para penetrar en la nueva Física, cuyas dificultades enconmaba muy justamente, le parece *«indispensable un instrumento cerebral adecuado para su actuación, de suerte que los nuevos modos de pensar requerirán un cambio paralelo de su estructura»*.

No compartimos, aun respetándola, tal posición derrotista, que no parece la más adecuada para infundir en el espíritu de nuestros discípulos el entusiasmo y la acometividad necesarios para abordar valientemente los nuevos y magníficos problemas.

Y aun vamos mucho más allá en nuestra disconformidad, porque no sólo consideramos imperativo deber de honor nacional el asimilar la Física moderna, como la entienden y manejan en otros muchos países, sin esperar a que los incipientes

métodos histológicos a que alude (*) revelen la suficiente evolución de nuestros cerebros para que podamos prudentemente atrevernos a penetrar en la gruta encantada, sino que debemos aspirar a colaborar eficazmente en esta magna obra, como lo hacen tantos otros hombres pertenecientes a todas las razas que pueblan el planeta (**).

Basta, en efecto, leer cualquiera de las ya numerosas obras publicadas sobre Mecánica ondulatoria o sobre la más amplia organización que da a toda la Física el sistema de Dirac, para ver que no solamente colaboran en el vasto afán las naciones germanas y escandinavas de gloriosa tradición, y los países latinos y los Estados Unidos de América, sino también algunos pueblos asiáticos recientemente incorporados a la comunión internacional de la cultura; es el Japón y más modernamente la India, que ya puede presentar con orgullo altísimas figuras como Raman, el descubridor del famoso fenómeno que le valió el premio Nobel, y Bose, creador de la novísima Estadística cuántica, que ha merecido la más entusiasta aceptación (***).

Dentro de nuestro cerrado horizonte sólo se divisa un hombre que habría sido capaz de abordar con éxito la nueva orien-

(*) Dice así el final del párrafo arriba copiado del interesante discurso de Cabrera: «Claro es que por su finura ha de escapar a los métodos histológicos actuales, pero no olvidemos que las moléculas integrantes de la materia viva se distinguen por una riqueza prodigiosa de formas, la posibilidad de cuya investigación empieza a ser una esperanza utilizando métodos mucho más delicados que los ofrecidos por la microscopia clásica» (pág. 73).

(**) Sin pretensiones de catálogo, he aquí los nombres de algunos de los físicos que en diversos países colaboran con sus aportaciones a la nueva Física, dejando sin citar los teóricos de las teorías clásicas. *Alemania*: Born, Ehrenfest, Debye, Einstein, Fock, Gordon, Heisenberg, Heitler, Hund, Kellner, Klein, Landau, Laue, London, Madelung, Neumann, Oppenheimer, Pauli, Planck, Schrödinger, Sommerfeld, Weyl, Wiegner; *Dinamarca*: Bohr y Kramers; *Estados Unidos*: Birge, Breit, Condon, Epstein, Herzfeld, van Vleck; *Francia*: De Broglie y Langevin; *Holanda*: Uhlenbeck y Goudsmit; *India*: Raman, Bose y Saha; *Italia*: Fermi, Rosetti (omitimos los físicos matemáticos); *Inglaterra*: Darwin, Dirac, Eddington, Gaunt, Fowler, Jeans, Milne, Mott, Rutherford; *Japón*: Hory, Kikuchi, Nagaoka, Sijura, Tachamine; *Polonia*: Iwanenko, Mrowzowsky; *Rusia*: Babiloff, Frenkel, Joffe, Lewşchin, Terenin, Wentzel; *Suecia*: Störmer (sin contar la escuela de Hidrodinámica, que no cabe en este cuadro).

(***) Una exposición elemental, pero suficiente, puede verse en la obra de Haas. También puede verse en ella la Estadística de Fermi, que ha venido a sustituir a la teoría de los gases de Einstein.

tación por su amplísima cultura matemática y física; y aun quizás de llegar a creaciones originales, si se hubiese consagrado a ello. El introdujo entre nosotros la Mecánica estadística; él la teoría de la relatividad y la nueva Mecánica de flúidos viscosos y la teoría de la estabilidad; y en cierto modo ha influido para la introducción de la Mecánica ondulatoria sobre los dos distinguidos colegas que de ella se ocupan entre nosotros, con honra de esta corporación y de la ciencia española.

Cuando se escriba la historia de nuestra evolución científica, se medirá la responsabilidad de cuantos, pudiendo, nada intentaron para aprovechar en beneficio exclusivo de la ciencia los extraordinarios talentos de esta figura singular, y aun quizás hicieron habilidosamente lo posible para impedirlo.

* * *

Fomento de la
investigación
experimental.

Nelson atribuía su éxito en la vida a haber llegado siempre con un cuarto de hora de adelanto; nosotros debemos quizás nuestros fracasos científicos a llegar casi siempre con un cuarto de siglo de retraso.

¿Qué actuación corresponde a nuestros gobernantes para acelerar este ritmo retardado? No será ciertamente la de cerrar los museos de Historia natural y los laboratorios de Física experimental para abrir seminarios de Física teórica o cátedras de Física matemática; sino más bien la de multiplicar todos los centros experimentales y vitalizarlos para orientarlos por de pronto hacia la etapa suprema de la investigación empírica, esto es, hacia el descubrimiento de hechos y relaciones nuevas fecundas para la ciencia (*), sin descuidar por ello los descubrimientos útiles, explotables industrialmente.

No es preciso citar los institutos que en casi todos los países propenden a uno u otro de estos dos fines o a entrambos conjuntamente, siendo de notar que la tendencia utilitarista parece debida al espíritu norteamericano, que ya desde los albores de la Independencia y aun antes de ella, reveló su

(*) Poincaré ha insistido repetidamente en la esencia de la investigación física; «descubrir, inventar, consiste precisamente en no construir las combinaciones inútiles y en construir precisamente las que son útiles, las cuales están en ínfima minoría. Inventar es discernir, es elegir»

genio pragmático, que no es incompatible con el amor de las creaciones teóricas.

Hay una verdadera simbiosis en estas dos orientaciones que se anastomosan e intercambian sus savias; y así como ciertos descubrimientos de la ciencia más pura y desinteresada han sido fecundos en aplicaciones a la vida (baste recordar las ecuaciones de Maxwell), con frecuencia engendran teorías ciertos descubrimientos hechos con miras interesadas, puramente técnicas.

Rindamos el homenaje de nuestro recuerdo al Instituto más famoso y benemérito entre todos los consagrados a la ciencia útil: la *Royal Institution of Great Britain*, creada a fines del siglo XVIII para buscar aplicaciones útiles de la ciencia, por iniciativa del ciudadano norteamericano Benjamín Thompson más conocido por su título de conde de Rumford. Idea fracasada por el momento, pero que pocos años después había de fructificar exuberante en manos de Davy, quien supo interesar a la sociedad londinense, con el cebo de las conferencias de divulgación, logrando pingüe protección económica para las investigaciones experimentales.

Nunca hubo inversión de dinero con réditos más usurarios, ni empresa que haya producido indirectamente más elevados dividendos, como esta creación a beneficio de la humanidad. Cada uno de los descubrimientos de Faraday, sucesor de Davy, ha sido un venero de riqueza y de progreso material y científico: la obtención del benzol y la consiguiente constitución de la química orgánica; la liquefacción de varios gases que completada más tarde con los llamados permanentes, ha hecho posible la industria frigorífica; las leyes de la electrolisis, que dieron origen a la Electroquímica, y el principio de la inducción electromagnética, base de toda la ingeniería eléctrica.

Pero la investigación teórica y aun el descubrimiento empírico exigen además de técnica suficiente el chispazo divino de la inspiración, y por ahora y quizás por mucho tiempo, será preciso buscar la inspiración en las fuentes mismas donde la ciencia nace. Algunos pequeños descubrimientos hechos por nuestros becarios en laboratorios extranjeros y entre ellos el más importante de Catalán, nos dan el índice de esta posibilidad, que a toda costa debemos fomentar (*).

(*) He aquí algunos de los institutos creados en varios países para fo-

Vendrá después, por ley natural, la era de la creación teórica, la cual solo será posible cuando paralelamente se reorganicen los estudios matemáticos superiores adecuados para pertrechar a un núcleo de jóvenes físicos con los delicadísimos instrumentos que necesitan.

Descubrimientos empíricos y creaciones teóricas son sin duda la aspiración suma de todo hombre de ciencia; y a entrambas debe dedicar el Estado español el máximo apoyo posible. Descubrir y crear; no resignarse a comprobar los descubrimientos y creaciones ajenas, ni aun siquiera a criticarlos, lo que ya es algo más, pero todavía insuficiente. Acarrear materiales para la propia construcción; no conformarse modestamente con ofrecer materiales útiles a los demás para sus edificaciones teóricas, ahorrándoles el dinero y el trabajo que cuestan las prosaicas pero indispensables mediciones previas; pues tal generosidad es lujo de países ricos (*).

El problema
de la cultura ge-
neral.

Pero no se crea sencilla empresa la trasfiguración de nuestra cultura científica, pues toda organización oficial exige clara visión general en los hombres que ocupan las altas jerarquías

mentar los descubrimientos científicos, tanto desinteresados como técnicos:

En Alemania la fundación Kaiser Wilhelm, apoyada por industriales y capitalistas, que tiene 30 institutos de investigación.—En Inglaterra el Trust imperial y el Departamento de investigaciones científicas e industriales, con capital de más de un millón de libras.—En Estados Unidos el Consejo Nacional de investigaciones, subvencionado por Carnegie con cinco millones de dollars y varios más por Rockefeller.—En Francia el Parlamento votó veinte millones de francos para la creación de un Centro de investigaciones científicas.—En Italia funciona desde hace años el Consejo Nacional de investigaciones.—En Rusia se han federado en una organización llamada *Gladnauka* doscientas instituciones científicas de toda clase.—En Polonia se ha reorganizado la caja Mianowski que ya existía desde 1880.—En Portugal funciona desde una década un Instituto de investigaciones científicas.—En Méjico la Fundación Patiño.—En España, además de la benemérita Junta para ampliación de estudios, se ha creado recientemente una organización, cuyos planes desconocemos.

(*) Buena parte de la Física matemática tiene su origen en la penuria por que atravesaron las universidades italianas. Impedidos de experimentar, aquellos admirables ingenios concentraron la luz de sus inteligencias para iluminar las experiencias realizadas en países ricos y leer donde aquellos no vieron nada importante.

de la administración pública, y aquí se nos plantea un serio problema. Tenemos eximios especialistas en provincias más o menos remotas del saber humano; pero carecemos, con muy singulares excepciones, de hombres de cultura general, es decir, por ruda que parezca la afirmación, carecemos de bachilleres. Asombra y entristece el concepto pintoresco que no pocos de nuestros hombres dirigentes (a veces dotados de amplia formación humanística) suelen tener de lo que es la ciencia, de su historia y de su presente, de su significado y de su finalidad.

Suele faltar a los humanistas a la antigua usanza, como a muchos de nosotros, cultura general; la diferencia estriba solamente en que las fallas se presentan en puntos antípodas del orbe cultural y en que nosotros no pretendemos dirigir ni gobernar a nadie. Es la barbarie del especialismo, que reiteradamente fustiga nuestro filósofo tantas veces citado; pero lo vitando no está en los conocimientos que poseemos, sino en aquellos de que carecemos; y lo execrable de la sabiduría especial, así sea en Botánica o en Filosofía, reside en la ignorancia general que con frecuencia lleva aparejada, la cual, por otra parte, no es privativa de los especialistas.

No fustiguemos, pues, a los hombres que saben mucho y bien de algunas cosas, como si el ideal fuera saber poco y mal de muchas y tener ideas confusas de *omni re scibile*, es decir, en definitiva, no saber nada de nada; porque entre todos los especialismos el más funesto, quizás, por su infecundidad y su petulancia, es el especialismo en generalidades.

Condenemos, sí, y procuremos el remedio a la falta de basamento con amplias dimensiones de cultura general; y este cimiento sólido y sistemático de bachillerato serio nos falta a muchos especialistas en ciencia, como les falta, aunque por el ángulo opuesto, a los humanistas en que suelen inspirarse los gobernantes. Y mientras esta falta no se remedie, mientras las llamadas humanidades modernas no se implanten concienzudamente y llegue a formarse una planicie cultural medianamente elevada, la organización de los estudios científicos, bien sea hecha por miopes especialistas, de cualquier provincia científica, o por filósofos de visión telescópica ultraterrena, o por corporaciones que biológicamente nada pueden engendrar muy distinto de sí mismas, lejos de fomentar las capacidades juveniles, seguirá siendo una rémora para su desenvolvimiento, con

grave mengua de su producción futura; y las figuras singulares, aisladas por su alto potencial fuera de toda secta, que serían capaces de cambiar en pocos años la faz cultural de nuestro país, irán deshaciéndose estérilmente, como los montículos de arena son lentamente desmoronados por el viento y las olas, que no cejan en su obra niveladora hasta restablecer la planitud indefinidamente monótona de la playa.

Especialismo y cultura general son conceptos que ni se excluyen ni se completan; y sus *extensiones*, como dirían los lógicos, son rampantes; pero si convenimos, de acuerdo con el agudo pensador, en usar aquel execrado término para expresar la carencia de cultura general, su significado viene a resultar sinónimo de mente primitiva y simplista; primitivismo que asoma sus toscas aristas en los cartujos de laboratorio y que también se trasluce, aunque con modos mucho más refinados y elegantes, en los hombres muy versados en Filosofía y bellas letras, pero escasos de cultura científica (*). Y con ser, al parecer, tan opuestos ambos primitivismos, suelen coincidir en su ciego culto fetichista al vidrio y al metal.

Ciencia y laboratorio.

Ciencia y laboratorio son ideas tan íntimamente asociadas en las mentes primitivas, que las leyes científicas son para ellas como un producto de destilación de aparatos complicados, sabiamente dispuestos, de igual modo que en el período álgido del positivismo el pensamiento era considerado como una secreción del cerebro.

Para muchos gobernantes o aspirantes a serlo, proteger y estimular la ciencia es levantar grandes edificios, llenarlos de costosos aparatos y tomar a sueldo expertos que los hagan

(*) Ya que no sea pertinente, por nuestra falta de autoridad, señalar aquí las excepciones entre los especialistas científicos a quienes envidiamos su amplia formación cultural, es deber de justicia señalar siquiera los nombres de algunos de los especialistas en Filosofía, cuya preocupación por conocer el estado actual de las ciencias hemos podido comprobar muy de cerca: aparte Ortega y Gasset, antena sensible a todas las ondulaciones del espíritu, que ha revelado honda comprensión de alguna de las teorías modernas de la Física, debemos citar al profesor Zubiri, que durante algún tiempo estudió seriamente la actual crisis conceptual de la Matemática; y también al profesor Romero, de Buenos Aires, cuya documentación bibliográfica sobre cuestiones epistemológicas, será difícilmente igualada por ningún otro filósofo de nuestra lengua.

funcionar. Y aunque tal punto de vista es lamentable, todavía debemos felicitarnos del progreso realizado en lo que va de siglo; porque la confusión es quizás menos grave que la vigente a fines del pasado, en que todavía se confundía *ciencia* con *técnica*. Para la España septembrina el prototipo más perfecto y acabado de hombre de ciencia era el ingeniero. La voz de la ciencia en las novelas de Galdós suele aparecer en boca de un ingeniero. Tal confusión tiene sus raíces en la coincidencia, no casual, sino lógica, de haber sido la prestigiosa Escuela de Caminos donde se oyeron los primeros balbuceos de ciencia pura moderna, en sus aspectos matemático y físico, y ser el glorioso Echegaray el diligente introductor e insuperable divulgador de varias teorías, con el lento ritmo que hoy no satisfaría a muchos, pero que era el único eficaz en aquel momento infantil de nuestra cultura científica (*).

Más tarde surgió en el cielo hispánico el astro más brillante de que hasta hoy podemos enorgullecernos, y entonces el docto vulgo identificó la ciencia con la Medicina; confusión todavía más frecuente de lo que convendría para nuestro buen nombre de pueblo culto, ignorando muchos que Cajal ha hecho Biología gracias a no ser médico, como la hace Marañón a pesar de serlo.

Mucho hemos progresado en verdad; pero hoy, como tantas otras veces, padecemos la ilusión de haber llegado. Es la eterna

(*) Fuera de los límites de este discurso saldría el análisis de los evidentes progresos de España en la Técnica, tanto en las diversas ramas de la Ingeniería como de la Medicina y otras ciencias aplicadas; pero justo es aludir siquiera a los ingenieros que, además de cultivar brillantemente su profesión, dan frecuentes muestras de vocación científica y de un dominio de la ciencia pura, no común entre los consagrados a ella. Sin ánimo exhaustivo y sólo por venir a la memoria por razones de vecindad, baste citar al Ingeniero González Quijano, uno de los muy escasos investigadores con que contamos en ciencias exactas, de labor multifacética; al Ingeniero Herrera, que al margen de su gran vocación aeronáutica hace excursiones fecundas por la Mecánica racional y es útil fermento para promover estudios de ciencia pura; al Ingeniero Fernando Peña, una de nuestras más claras mentes, bien conocido por sus importantes trabajos sobre teoría de la relatividad; huelga citar a los cultos ingenieros que además son universitarios, como Torroja, Rodríguez Bachiller, Lorente de Nó, Linés, etc., y entre ellos al más ilustre de todos, nuestro querido y admirado Terradas, al que aludimos más de una vez en el texto del discurso.

ilusión de los alpinistas que creen estar a punto de culminar la más alta cima, porque desde el empinado pedestal que los encumbra se ve allá abajo, diminuto y borroso, el valle de donde partieron; cuando ese pico, a duras penas conquistado, sólo es el primero de una larga serie y por ser el primero y más cercano oculta a los demás que lo superan. Ya hemos escalado en este siglo una nueva cumbre, la primera y más cercana cumbre de la ciencia experimental; y ahora vemos que la cordillera está más alta y más allá, desafiando nuestras fuerzas y nuestra ambición.

Contemplemos con delectación lo ya recorrido, porque ello es confortador y engendra fe en nuestras fuerzas para proseguir la ascensión; pero sin incurrir en la injusticia de juzgar desde nuestra actual altitud la de aquellos predecesores que harto hicieron con subir desde el llano a esa colina que hoy nos parece ridículamente pequeña, como la nuestra lo parecerá a la generación venidera. Ella dirá si la distancia entre aquellos hombres y el nivel de su época se ha acortado notablemente respecto de la actual o si acaso hay en nuestras apreciaciones un grave error de refracción (*).

El apasionamiento como instrumento de progreso.

Dice Wells que «el pensamiento español ha representado siempre en la Historia un papel varonil».

Buen augurio es éste para el porvenir científico de la raza, porque nuestra colaboración en la ciencia es hasta ahora casi exclusivamente pasiva, es decir, femenina; no hemos llegado, como en el Arte, a la creación original, y muchos pensadores se plantean el problema de su posibilidad.

España no ha llegado todavía a apasionarse por la ciencia; no ha sentido nunca por ella aquel *culto voraz* a que aludía Menéndez Pelayo. Modernamente hemos creado laboratorios y

(*) Víctima del patriótico espejismo en que tantos otros españoles vivieron fué nuestro inolvidable Carracido, cuando afirmaba que nuestras Universidades producen «*excelentes alumnos que conocen hasta en sus últimas novedades la producción científica ajena*».

Hoy nos damos cuenta de cuán desmesuradamente benevolente era por entonces, esto es, a fines del siglo pasado, tal juicio que en modo alguno compartimos. Lo mismo decimos de análogas apreciaciones de Echegaray.

Evitemos con la moderación de nuestro entusiasmo por los progresos ya realizados que la próxima generación se sonría de nuestras ilusiones.

seminarios, como antaño academias y museos, porque todo ello se lleva en otros países y es de buen tono el tenerlo; es cuestión de prestigio, de consideración social, pero no de amor ni de entusiasmo y menos de pasión. Los investigadores justifican satisfactoriamente sus emolumentos y suelen cumplir sus horarios, pero dan la impresión (perdón por la franqueza) de hacer sus medidas con cierto ritmo burocrático; y la ciencia tiene más de religión que de oficina. Un sabio sin vocación apasionada, incapaz de sentir el latido heroico que acompaña a toda creación, es un alma en pena, como un sacerdote sin fe.

La ley biogenética de Müller es aplicable a los pueblos como a los individuos, y España deberá seguir, siquiera sea en abreviada síntesis, la traza de los renacentistas italianos. Que no crearon la ciencia actual a sueldo ni a destajo, en grandes fábricas de cultura oficial, sino que lucharon por conquistar sus favores y perpetuarse prolíficamente, como competidores en un amor insaciable y tormentoso.

No parece probable la germinación de tales pasiones por la ciencia, cuando no hay lucha, ni siquiera competencia. Hace falta ser un Cajal para sentir apasionada emulación contra hombres de lejanos países y trabar con ellos combate desigual. Pero el apasionamiento es fruto inevitable de la emulación cercana; y si no temiéramos escandalizar a muchos queridos colegas, propondríamos excitar por todos los medios esta emulación, como único revulsivo heroico para la débil ciencia española; escarbar en el fondo de los corazones para hostigar a la jauría pasional, desatando el inmenso caudal de energías espirituales que dentro de cada uno duermen en estado potencial, para lanzarlas a la conquista de la verdad científica, movidas por el resorte de la emulación y aun del odio al adversario.

Es fama que Newton no había pensado en ocuparse de la mecánica de los cielos hasta el día en que el secretario de la Royal Society le echó en cara su ignorancia de la segunda ley de Keplero y lo declaró incapaz de demostrarla. Sea cual fuere la verdad de la anécdota, no es inverosímil (y más valor histórico tiene lo verosímil que lo verdadero) que la herida sangrante de amor propio fuera el acicate que produjo el magno descubrimiento del siglo.

El lamentable pugilato entre Newton y Leibniz que, con sus complicaciones de antagonismos políticos, odios religiosos y

competencias nacionalistas, llena un largo período del siglo xvii y que nada engrandeció las figuras morales de uno ni de otro contendiente, redundó sin embargo en inmenso e incalculable beneficio para la ciencia y para la humanidad.

Queridos colegas se plañen lastimeramente de la actual efervescencia española, del ambiente de lucha en que se vive, de la irrespetuosidad de la juventud; y rasgan sus vestiduras ante las evidentes injusticias. La justicia es inaccesible esfuerzo de abstracción, que exige la desvitalización del alma, para dejarla reducida a la pura razón; y todo apasionamiento lleva consigo lamentablemente, pero irremediablemente, la injusticia. El progreso gradual, la evolución lenta y pausada, no sólo son compatibles con la justicia, sino también consustanciales con ella; no así la renovación que España necesita para despejar de una vez y para siempre la incógnita de su porvenir. Aceptemos, pues, la injusticia, si ella es inevitable, sacrificando en aras del progreso los derechos adquiridos, para dar paso a los mejores; pero no vayamos a la par contra toda justicia y contra todo progreso, con una renovación al revés, eliminando a los muy pocos que demostraron su valer, para dar paso a quienes acreditaron su ineptitud.

Es necesario, es urgente, dar a los jóvenes que se sientan con fuerzas creadoras todas las facilidades imaginables para que puedan producir su obra máxima. Y también a los semijóvenes, abriendo un paréntesis a la natural desconfianza que debe inspirar quien dejó pasar los años óptimos de la vida, en que cada hombre suele descubrirse a sí mismo, sin dar ninguna muestra de contenido, ni siquiera del tamaño de la que Sancho exigía para creer en Dulcinea.

Incitémosles a discutir nuestra obra, pues también el ataque es una forma de estimación; y merecer críticas de la posteridad es un modo de sobrevivir, mil veces preferible al olvido y al menosprecio, que es la muerte del espíritu. Pero también conviene la crítica en vida, pues no hay mejor acicate para la producción máxima y óptima, compatible con las limitaciones individuales.

En los países de ritmo normal que, desde el Renacimiento, viven su reposada vida científica, estas superaciones son procesos de onda larga, que abarca vidas enteras; pero en los pueblos que nacen a la ciencia, ese ritmo es mucho más rápido, porque

a la velocidad propia del avance científico universal, que en nuestros días ya es vertiginoso, hay que sumar la velocidad suplementaria, que anule el rezago secular; y en el breve trascurso de una vida es preciso renovarse y superarse a sí mismo para no ser arrastrado por el oleaje: No el de ahora, promovido, al decir de nuestro genial Unamuno, «por una generación que busca empleo», sino el que vendrá más tarde, cuando nazca a la vida civil la generación que ahora se incuba.

De ella esperamos y deseamos la crítica más noble, pero más difícil, de la superación; la misma crítica acerada, pero constructiva, que a su tiempo hemos ejercitado algunos de nosotros.

El día en que se iniciaran en nuestro ambiente luchas objetivas, a la manera renacentista, en torno de problemas científicos, con su secuela de *cartelli* y *controcartelli*, señalaría quizás la fecha del ingreso de España en una nueva era de creación científica original.

Las revoluciones políticas suelen ser ocasión propicia para estas renovaciones espirituales; y lo son porque sacuden las almas y desatan las pasiones. ¡Bendito sea el apasionamiento y hasta el odio si con él se realiza el milagro de nuestra renovación científica!

OBRAS CITADAS

ARNAIZ, M.—El espíritu matemático de la Filosofía moderna.—Madrid, 1923.

BANNEMANN, O.—Kausalitätsgesetz und Willens-Freiheit. Annalen der Philosophie, 1929.

BAVINK, B.—Ergebnisse und Problemen der Naturwissenschaften. Leipzig, 1930.

BECHER, E. — Geisteswissenschaften und Naturwissenschaft. — München, 1921.

BERGMANN, H.—Der Kampf um das Kausalgesetz in der jüngsten Physik.—Braunschweig, 1929.

BERICHT über die 1. Tagung für Erkenntnislehre der exakten Wissenschaften.—Prag, 1929.

BERICHT über die 2. Tagung für Erkenntnislehre der exakten Wissenschaften.—Nürnberg, 1930.

BERNHEIM, E.—Lehrbuch der historischen Methode und der Geschichtsphilosophie.—Leipzig, 1903.

BERTRAND, L.—Geologie (De la Méthode dans les Sciences).—Paris, 1915.

BOHR, N.—Über den Bau der Atome.—Berlin, 1905.

BORN, M.—Probleme der Atomdynamik.—Berlin, 1926.

» Vorlesungen über Atommechanik.—Berlin, 1925.

BOLL, M.—L'idée générale de la Mécanique ondulatoire et de ses premières applications.—Paris, 1932.

BREHIER-DESDEVICES.—Le Travail historique.—Paris, 1907.

BLOCH, E.—Les atomes de lumière et les quanta.—Paris, 1930.

BLOCH, L.—Structure des Spectres et Structure des atomes.—Paris, 1930.

BURKAMP, W.—Naturphilosophie der Gegenwart.—Berlin, 1930.

CARNAP, R.—Die physikalische Sprache als Universal-Sprache der Wissenschaft.—Erkenntnis, 1931.

CARRACIDO, J. R.—Estudios histórico-críticos de la Ciencia española.—Madrid, 1917.

CHWOLSON, O. D. — Die Evolution des Geistes der Physik.— Braunschweig, 1925.

DE BROGLIE.—La crise recente de l'optique ondulatoire.—Paris, 1923.

DE BROGLIE.—Recueil d'exposés sur les ondes et corpuscules.—Paris, 1930.

DE BROGLIE.—Introduction a l'étude de la Mécanique ondulatoire. Paris, 1930.

DE BROGLIE.—Theorie de la quantification dans la nouvelle Mécanique.—Paris, 1932.

DELBET P.—Sciences medicales (De la méthode dans les Sciences). Paris, 1915.

DESCARTES.—Discours de la méthode. Oeuvres, t. I.—Paris, 1920.

DINGLER, H.—Geschichte der Naturphilosophie.—Berlin, 1932.

» Das Experiment. Sein Wesen und seine Geschichte. München, 1928.—(Véase también las críticas de Aster u. Vogel en Erkenntnis, 1931.)

DIRAC, P. A. M.—The principles of Quantum Mechanics.—Oxford, 1930.

DROSNE, P.—La structure de la matière, de l'énergie et de l'espace physique.—Paris, 1922.

Du BOIS REYMOND, E.—Über die Grenzen der Naturerkenntnis.—Leipzig, 1873.

EDDINGTON, A. S.—Sterne und Atome.—Berlin, 1928.

ENRIQUES, F.—Problemi della Scienza.—Bologna, 1928.

FORCHHAMMER, J.—Die Grundlage der Phonetik.—Heidelberg, 1929.

» Vokale und Konsonanten im Röntgenbild (dos láminas).—München, 1929.

FRANCK, Ph.—Das Kausalgesetz und seine Grenzen.—Berlin, 1932.

FRENKEL, J.—Einführung in die Wellenmechanik.—Berlin, 1929.

GAVIOLA E.—Dualidad y Determinismo.—La Plata, 1930.

— El mundo real y el Determinismo.—Buenos Aires, 1932.

GEIGER, H.—und SCHEEL, K.—Handbuch der Physik.—Berlin, 1925 y 1932.

GIARD, A.—Les tendances actuelles de la Morphologie et ses rapports avec les autres sciences.—Paris, 1905.

GIARD, A.—Morphologie (De la Méthode dans les sciences).—Paris, 1915.

- GUYE, E.—L'évolution physico-chimique.—Paris, 1922.
- HAAS, A.—Materiewellen und Quantenmechanik. (Tercera edición). Leipzig, 1930.
- HATZFELD, H.—Einführung in die Sprachphilosophie.—München, 1921.
- HESSEN, J.—Das Kausalprincip.—Augsbur, 1928.
- HOPPE, E.—Geschichte der Physik.—Braunschweig, 1926.
- HUSSERL, E.—Logische Untersuchungen.—Leipzig.
- IBSEN-KARG.—Schallanalytische Versuche.—Heidelberg, 1928.
- INSERSEN, O.—Phonetische Grundfragen.—Leipzig, 1904.
- JAHN, M.—Logik-Methodenlehre und Erkenntnisstheorie.—Leipzig, 1920.
- JEANS, J. H.—The misterious Universe.—Cambridge, 1930.
- KANT, E.—Metaphysische Anfangsgründen der Naturwissenschaft.
• Mélanges de Logique.—Paris, 1862.
- KRAMERS, H. A.—Das Atom und die Bohrsche Theorie seines Baues.—Berlin, 1925.
- KRAUS F.—Eins—und Vieles—problem in biologischer Betrachtung (Erkenntniss), 1930.
- LAPLACE.—Essai Philosophique sur les probabilités. Segunda edición.—Paris, 1814.
- LE DANTEC, F.—Physiologie. (De la Méthode dans les sciences), Paris, 1915.
- LEIBNIZ.—Second Eclaircissement du Système de la communication des Substances, 1696.
- LICHTENSTEIN, L.—La philosophie des Mathématiques, selon M. Emile Meyerson.—Revue philosophique, 1932/
- LORIA, G.—Le Matematiche in Spagna ieri ed oggi.—Scientia, 1919.
- MEILLET, A.—Linguistique. (De la Méthode dans les sciences.)—Paris, 1925.
- MONOD, G.—Histoire. (De la Méthode dans les sciences.)—Paris, 1915.
- NAVILLE, A.—Nouvelle classification des sciences.—Paris, 1931.
- NEURATH, O.—Soziologie im Physikalismus. (Erkenntniss), 1931.
- ORTEGA GASSET, J.—Misión de la Universidad, Madrid, 1930.
- PAINLEVÉ.—Mécanique. (De la Méthode dans les sciences.)—Paris, 1925.
- PALACIOS Y CÀBRERA.—Discursos en la Academia de Ciencias de Madrid, 1932.

- PERRIN F.—Fluorescence et Radiochimie.—Paris, 1922.
- » Fluorescence.—Paris, 1931.
- PICARD.—De la Science. (De la Méthode dans les sciences.)—Paris, 1915.
- PICARD.—Sur le rapport de la Physique mathématique et la Physique expérimentale.—Paris, 1900.
- POINCARÉ, H.—Sur le rapport de l'Analyse pure et la Physique expérimentale.—Paris, 1900.
- POINCARÉ, H.—L'évolution des lois.—Paris, 1910.
- » Les rapports de la matière et de l'Ether.—Paris, 1913.
 - » L'espace et le temps.—Paris, 1913.
 - » Les conceptions nouvelles de la Matière.—Paris, 1929.
- RINGSHEIM P.—Fluorescenz und Phosphorescenz.—Berlin, 1928.
- » System der Philosophie.—Tübingen, 1921.
- RAMÓN Y FERRANDO.—Materia y radiación.—Murcia, 1924.
- REICHENBACH, H.—Die Kausalbehauptung und die Möglichkeit ihrer empirischen Nachprüfung. (Erkenntnis), 1932.
- REICHENBACH H.—Die philosophische Bedeutung der modernen Physik. (Erkenntnis), 1930.
- REY, A.—La science dans l'Antiquité avant les grecs.—Paris, 1930.
- REY PASTOR, J.—La unidad de la Ciencia.—Madrid, 1931.
- RICKERT, H.—Ciencia cultural y ciencia empírica.—Madrid, 1929.
- » System der Philosophie.—Tübingen, 1921.
 - » Die Grenzen der naturwissenschaftlichen Begriffsbildung.—Tübingen, 1921.
- ROMERO, F.—Vieja y nueva concepción de la realidad.—Buenos Aires, 1932.
- RUDY, H.—Zum Begriff der biologischen Feldtheorie. (Ann. der Phil), 1929.
- SCHLICHT, M.—Positivismus und Realismus. (Erkenntnis), 1932.
- SCHRÖDINGER, E.—Anmerkungen zum Kausalproblem.—Berlin, 1928.
- SCHRÖDINGER, E.—Vier Vorlesungen über Wellenmechanik.—Berlin, 1928.
- SIEVERS, E.—Ziele und Wege der Schallanalyse.—Heidelberg, 1924.
- SOMMERFELD A.—Atombau und Spektrallinien. Segundo volumen, segunda edición.—Braunschweig, 1931.
- TANNERY, J.—Science et philosophie.—Paris, 1912.
- TERMIER, P.—La vocation de savant.—Paris, 1929.

VOGEL T.—Die empirischen Grundlagen des Determinismus und der a priori Warscheinlichkeit in der Physik.(Annalen der Philosophie), 1929.

VON STRAUSS und TORNEY.—Das Causalprinzip in der neuen Physik. Annalen der Philosophie, 1928.

WEYL.—Gruppentheorie und Quantenmechanik.—Berlín.

» Das Raumproblem.—Berlín, 1925.

XENOPOL, A. D.—La théorie de l'Histoire, 1908.

ZORETTI, L.—Les principes de la mécanique clasique.—París, 1928.

