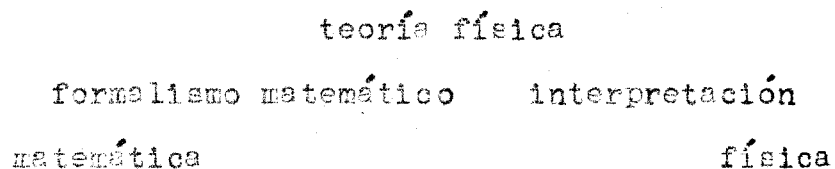


Aunque a veces no quede de manifiesto explícitamente, el espíritu de la ciencia física contemporánea es el mismo que animaba a los fundadores de la ciencia natural exacta. Acaso digamos que los cuerpos se atraen. Pero, en el fondo, en lo que pensamos es en que todo ocurre como si se atrayeran. Este sentimiento del como si está mucho más presente en el físico de hoy, sobre todo en el teórico, de lo que estaba en el físico de hace apenas cien años. En particular, con razón o sin ella, no vemos en la validez de los principios de la física una validez a priori. Para nosotros, su pretendida validez es por completo algo subordinado a la múltiple variedad de los resultados de la experiencia. Y esto conviene no perderlo de vista.

En toda descripción de un fenómeno físico se advierten tres momentos, esenciales los tres: a) la medición experimental cuantitativa; b) la ley matemática; c) una hipótesis estructural. La ley matemática aparece así como elemento central al que se llega o a partir de la medición o a partir de la hipótesis. No sólo ambos casos son posibles, sino que cuando la ley matemática del fenómeno físico aparece como ley experimental, este hecho constituye un desafío para la mente orientada hacia lo teórico y exige de ella la deducción de la ley por vía matemática a partir de una hipótesis estructural. Si esta no existe, se crea. Recíprocamente, cuando de una hipótesis estructural se sigue deductivamente una ley matemática que hace referencia a un fenómeno, se plantea con ello automáticamente el tema de la contrastación de la ley con el material experimental y, por consiguiente, la necesidad del previo acopio de éste. No hay que olvidar que un modelo, una teoría, se mantiene mientras, digamos, "explica" los hechos; cuando deja de hacerlo se la arrincona.

Por hipótesis estructural entiendo aquí el conjunto de postulados de una teoría física. Pero estos postulados no bastan para poder comparar el contenido de los teoremas que se siguen de ellos por vía matemática con los resultados de la observación. Es absolutamente necesario suplementar los postulados físico-matemáticos con un conjunto de normas relativas a la interpretación del formalismo. Esta necesidad no se sentía apenas en las teorías clásicas. Pero por razón de sus objetos, por su marcado carácter formal, esta necesidad es del todo ineludible en los temas centrales de la física contemporánea. En el esquema



el enlace más delicado es el que conduce de la teoría física a la física. Conviene recordar que el objeto de la física, aquello a que hace referencia, es siempre un modelo. Y este modelo es en cualquier caso un objeto elaborado, el resultado de un cúmulo de observaciones experimentales y de concepciones teóricas. Que así es se advierte tanto más cuanto más alejado se encuentre el "objeto" de lo que muestra la intuición inmediata. Por ejemplo, para el físico experimental un núcleo atómico es un "algo" que se comporta de tal y cual manera en tales y cuales circunstancias. A este "algo" atribuimos determinada estructura y ciertas propiedades. Esta atribución, claro, no es permanente, sino que está sometida a constante revisión. Pues bien, cuando la física teórica se dirige a este núcleo atómico "experimental" para hacer de él su objeto, véase obligada a crear un nuevo modelo cuyas características dependerán de las del modelo experimental y de necesidades extrañas al mismo - por ejemplo, las que impone la de manejabilidad matemática.

ca. Y es lo notable que al aplicar la técnica matemática a este ^{3.} modelo, se encuentran relaciones que no se advertían al pronto en el propio modelo. El problema que entonces se plantea es el de la traducción en términos físicos de las relaciones matemáticas así descubiertas. Esto es a lo que llamamos interpretación. Y esto es precisamente lo que con frecuencia origina dificultades en las modernas teorías de la física fundamental. Y, nos guste o no, las cosas ocurren hoy así.

Se trata ahora de engarzar la física matemática en el esquema

hipótesis estructural
observación ley matemática

Vaya por delante una advertencia. Física matemática puede significar una determinada modalidad del conocimiento científico o meramente señalar una cierta asignatura dentro de un plan de estudios. Examinaré este concepto ante todo desde el primer punto de vista. Como base para nuestro breve análisis adoptaremos la siguiente definición de Bhabha, según la cual la física teórica persigue

"encontrar un sistema de postulados o axiomas matemáticos entre sí no contradictorios de los cuales se pueden deducir en forma de sucesiones de teoremas las propiedades de la naturaleza."

Este encontrar no tiene lugar por medio exclusivamente del pensar puro, no tiene lugar colocándose de espaldas a lo que muestra la experiencia, sino estimulado por ella. De ahí que, en el sentido de Bhabha, la física teórica llevaría a la hipótesis estructural partiendo de la observación. Este mismo punto de vista adopta von Neumann. En una carta fechada el 19 de diciembre de 1947 me decía:

"Sus preguntas acerca de la naturaleza de la física matemá-

4.
tica y de la física teórica son interesantes pero, en mi opinión, un tanto difíciles de contestar con precisión... Creo que en la física teórica el énfasis principal recae sobre la conexión con la física experimental y aquellos procesos metodológicos que conducen a nuevas teorías y nuevas formulaciones, mientras que la física matemática trata de la solución efectiva y la realización matemática de una teoría que se supone correcta per se, o que se supone correcta para los fines de la discusión."

Tenemos así que el enlace entre la hipótesis estructural y la ley matemática sería precisamente la finalidad de la física matemática. En mi opinión, la física teórica y la física matemática tomadas en sentido estricto responden a estos puntos de vista: la física teórica establece los postulados de los que pueden deducirse las propiedades de la naturaleza; la física matemática deduce de los postulados dichas propiedades.

Cabe apartarse de esta posición en dos sentidos opuestos, o aumentando la extensión del concepto de física matemática tal cual lo hemos definido, o disminuyéndola. La tendencia general es a aumentarla, en el sentido de no distinguir entre física matemática y física teórica fundiendo ambas nociones en una. Asociar a ésta el nombre de física matemática o el de física teórica es ya entonces sólo cuestión de gustos. Por ejemplo, representante típico de esta tendencia, Poincaré se decide por el de física matemática y ve en ella, no ya el mero catálogo de lo ya conocido presentado a la luz de una teoría, sino el índice de los puntos débiles. De ahí que, con frecuencia, lo que es sentido como objeto concreto de la física matemática en sentido lato sea no aquello que está claro, sino precisamente lo que no lo está, lo que está impregnado de esencia de problema. A menudo, cuando las cosas han alcanzado un grado razonable de claridad, dejan de interesar a la física matemática en

5.
el sentido de Poincaré, o si le interesan es para volver a obs-
curecerlas. Dice Eddington

"Cuestiones que parecían resueltas, se convierten de nue-
vo en inciertas:

Nature and nature's laws lay hid in night.

God said, "Let Newton be! and all was light.

But not for long. The devil howling, "Ho!

Let Einstein be!, restored the status quo".

Pero no importa. En esto reside el encanto de las teorías físicas,
en este carácter no inmutable, siempre perfectible.

Frente a este modo de ver las cosas encontramos la postu-
ra de unos pocos que restringen el concepto de física matemática
hasta dejarlo reducido al de conjunto de los métodos matemáticos
de que nos valemos en la descripción y análisis matemáticos de los
fenómenos físicos. Ciertamente es que presentan los métodos dentro del
marco de una teoría física. Pero no es la teoría en sí lo que les
interesa, sino la teoría en tanto que soporte de una aplicación
del método. Podemos tomar como representantes característicos de
esta otra tendencia a Frank y von Mises. Ven en la física matemá-
tica aquella

"parte "lentamente variable" de la física teórica inter-
calada entre el sistema de las hipótesis y la experimentación que
se puede aplicar como excelente herramienta al servicio de los fi-
nes más diversos".

Repito, sin embargo, que para ellos la teoría es el pretexto para
presentar el método. Física matemática pasa así a ser, en el fondo,
una a modo de matemática de la física. Pero para este cuerpo de
doctrina me parece más adecuado - en todo caso más sincero - el
nombre de métodos de la física matemática. Este es el que encontra-
mos en la obra de Jeffreys, de corte análogo al excelente libro de
Frank y von Mises, y en la más puramente matemática de Courant y
Hilbert.

He de reconocer que no comparto la opinión que reduce la física matemática a los métodos de que se vale - aunque se muestren aplicados a una teoría física. La teoría física se vale de las teorías matemáticas, necesita de ellas para desarrollarse, cierto. Pero es independiente en su génesis del método matemático. Tan independiente es que, cuando no se dispone del método matemático, no queda otra solución que inventarlo si la importancia de la teoría nos obliga a desarrollarla sea como fuere. Con franqueza, puestos a separarnos de la definición que se dió de la física matemática en sentido estricto, antes me inclino a acercarla a la física teórica que a reducirla a una mera matemática de la física. No niego que los métodos, o algunos métodos, de la física matemática pueden ser objeto de un curso llamado de física matemática. Pero en tal caso se trata de la física matemática considerada como disciplina, no como aspecto del conocimiento científico. Esto nos conduce a plantearnos cuál sea el contenido de una disciplina que lleve por nombre el de física matemática.

Considerada como objeto de enseñanza, el concepto de física matemática es un concepto históricamente condicionado por el ambiente circundante en el espacio y en el tiempo. Quiero decir, este concepto varía con el tiempo en una universidad dada, y en una determinada época varía en el conjunto de las diferentes universidades, aun en el de las que se encuentran dentro de una misma área cultural. El contenido de una tal asignatura está, pues, determinado por circunstancias vinculadas esencialmente a la organización general de los estudios en la universidad de que se trate. Por ejemplo, puede ocurrir que los estudios de ciencias físicas dejen en ella un tanto de lado determinadas teorías matemáticas mientras se incluyen ya entre los cursos regulares algunos dedicados a una introducción bastante completa a lo que podríamos llamar,

exagerando, teorías físicas de avanzada. En tal caso se suele englobar en un curso llamado de "física matemática" aquellas teorías matemáticas que se juzgan indispensables para el físico y que no se tratan en los cursos generales de matemáticas. Correlativamente, es frecuente que entonces aparezca con el mismo nombre en la sección de ciencias matemáticas una asignatura cuya finalidad consiste en presentar aquellas teorías más recientes de la física fundamental. Son, por consiguiente, las necesidades locales en el aspecto formativo lo que fija la estructura y contenido de la física matemática como disciplina universitaria. Y esta estructura y este contenido valen sólo hinc et nunc y determinarlos exige un examen previo de las circunstancias de ambiente.

De acuerdo con los planes de estudios hoy aun vigentes en nuestro país, la física matemática aparece como asignatura común a las secciones de ciencias físicas y de ciencias matemáticas correspondiente al último año de licenciatura. De ahí se sigue que debe presidirla un equilibrio ponderado entre teorías físicas y métodos matemáticos. Ahora bien, es por completo imposible en la actualidad llegar al conocimiento de todos los pormenores de una rama fundamental de la ciencia. Ello es así, lo queramos o no, y ni tan sólo se vislumbra la manera de evitarlo. Esto es sobre todo verdad en el caso de la física matemática, tómesese en sentido lato o en sentido estricto. Por consiguiente, hay que determinar qué teorías y qué métodos deben integrar un curso regular de física matemática.

Puede aceptarse que, en principio, todas las teorías físicas y todos los métodos matemáticos empleados en ellas pueden ser objeto de un tal curso. Pero no menos cierto es que no todas ni todos deben formar parte del mismo - aparte de otras razones, por una razón obvia: la limitación de tiempo. En estas condiciones, creo

que la elección debe estar guiada por la importancia de la teoría física per se y por el valor formativo y cultura de su estudio. Prescindo de la consideración de los métodos matemáticos porque, en nuestro caso, estos los considero subordinados a la teoría; si importante es la teoría, importante será el estudio de los métodos matemáticos que exija. Limitémonos, pues, a la teoría.

Cuando el estudiante de ciencias físicas llega al último curso de licenciatura, posee ya una visión bastante completa de las diferentes ramas de la física clásica. Lo mismo vale, aunque en grado algo menor y en un sentido más formal, para el alumno de ciencias matemáticas. Caben entonces dos posibilidades: a) profundizar en las teorías clásicas; b) iniciar en las teorías contemporáneas. Por las razones que aduciré más adelante, no considero posible hacer bien ambas cosas. Examinémoslas, en consecuencia, por separado.

De los problemas que en el correr del tiempo han ido desfilando por debajo del rótulo fijo de "física matemática" - elasticidad, hidrodinámica, teoría del potencial, teoría electromagnética de Maxwell-Lorentz, etc. -, un buen número se tratan hoy con técnicas más o menos diferentes de las que encontramos en las obras clásicas. También el lenguaje puede diferir más o menos, pero el contenido conceptual es el mismo. El que se ve en el caso de estudiar alguno de estos problemas, se encuentra con que las nociones básicas son las ya conocidas por sus estudios anteriores. Con otras palabras, tendrá que construir sobre conocimientos ya adquiridos. Por otra parte, los más de estos problemas cuando no se han tratado en los cursos precedentes es generalmente porque carecen de esa nota de aplicabilidad común que caracteriza a lo realmente formativo. Se trata más bien de problemas, importantes tal vez, eso sí, pero especiales dentro del conjunto general. En el supuesto de que el alumno tenga que enfrentarse el día de mañana con uno de esos problemas, por lo menos entenderá los términos en que se plantea. Y si le hace

9.
falta alguna técnica matemática o algún conocimiento físico para abordarlo, adquirirlos forma parte de su formación de especialista, no de su formación general. Cabría argüir que, en estas condiciones, el profundizar en las teorías clásicas de la física puede facilitarle el camino. Pero las teorías clásicas son muchas, e innumerables - e imprevisibles - los problemas que pueden surgir en una vida profesional. Por esto, y por lo que se verá a continuación, no considero misión de la física matemática completar aquellos conocimientos de física clásica que, repetimos, el futuro físico y el futuro matemático al que le interese pueden completar por sí mismos partiendo de los conocimientos básicos ya adquiridos.

Muy otras son las circunstancias que se dan en las teorías a que apuntaba con la segunda posibilidad. Me refiero a la mecánica cuántica y a la mecánica relativista. En primer lugar, se caracterizan por una gran riqueza de conceptos, o distintos en esencia de los mentados por las mismas palabras en la física clásica, o del todo extraños a ella. En segundo lugar, constituyen un cuerpo de doctrina en el que es extraordinariamente peligroso penetrar a solas por la facilidad de deslizarse hacia una mala inteligencia de las proposiciones y modelos fundamentales. No quiere ello decir que esta auto-iniciación no sea posible. Pero en ningún caso será breve y siempre a costa de un penoso andar y desandar. Es esto algo que he podido comprobar en más de una ocasión. Ahora bien, cuando dos teorías se encuentran en la base de lo que Fermi califica de quizá el más central problema de la física teórica durante los últimos veinte años, no cabe darles la espalda e ignorarlas. Me parece fuera de toda duda que en el momento presente y desde el punto de vista cultural ambas teorías constituyen los dos capítulos más importantes de la física teórica contemporánea. Además, sobre todo en el caso de la mecánica cuántica, su intervención está llamada a ser cada vez mayor a medida que se exijan por la

técnica más datos y más precisos al conocimiento científico.

Y ahora se plantea un problema. No quiere decir todo esto que en una y otra teoría haya que descender a pormenores. Pero lo que no puede faltar en modo alguno es los conceptos primeros y los métodos generales. Y aun así, aun limitándonos a tales conceptos y a tales métodos, nos vemos obligados a limitar a aquellas dos el número de teorías objeto del curso, precedidas ambas por el estudio de sus fundamentos matemáticos. Tanto en mecánica cuántica como en teoría de la relatividad, de nada sirve, en efecto, una noción superficial e incompleta de sus ideas fundamentales, una introducción a medias. Para que una introducción sea útil han de quedar en ella bien de manifiesto los principios y las nociones generales. Que sepamos, no existe otro procedimiento para conseguirlo que examinarlos desde diferentes puntos de vista y familiarizarse con ellos valiéndose de ellos, aplicándolos en el desarrollo de la propia teoría. Y esto requiere tiempo, mucho tiempo. Con otras palabras, lo que a mi entender debe perseguirse es inculcar en el alumno las bases sobre que se apoyan las teorías centrales de la física de hoy de la manera más sólida posible y sin que vacilen los conceptos primeros. E inculcar implica repetición con ahínco. Por esto dijimos antes que no podrían tratarse bien y a la vez las teorías clásicas y las contemporáneas dentro de un mismo curso. Los temas clásicos deben de abordarse durante la licenciatura en lo que tienen de formativo y fundamental. Una vez vistos en este aspecto, debemos avanzar allende sus fronteras, hacia las nuevas teorías físicas. Y ya es conceder el llamar nuevas a la relatividad y a la mecánica cuántica.

Estas, en esquema, son las consideraciones que han inspirado el programa que presento de un curso de física matemática. Preceden a la teoría de la relatividad unas lecciones dedicadas al análisis tensorial y a la geometría de los espacios de n-dimensio-

nes. Es sabido que el área de aplicabilidad de los métodos que en ellas se introducen trasciende el área de lo puramente relativista dentro de la propia física teórica. Lo mismo ocurre con relación a la mecánica cuántica y su base matemática, la llamémosla geometría del espacio de Hilbert-Dirac y sus transformaciones lineales. Son multitud las teorías físicas en que representa un importante papel ~~xx~~ el concepto de operador lineal. No hay que insistir, por otra parte, en la importancia que atribuimos a las dos teorías físicas a que preceden dichos métodos matemáticos. Son precisamente ellas las que sobre todo justifican su estudio. Finalmente, la teoría de grupos cierra el programa, como herramienta común aplicable - y aplicada - a la teoría cuántica y a la relativista.

Unas pocas palabras ahora acerca del método en la enseñanza de la física matemática. Tengo, de años, una cierta experiencia en la enseñanza de aquellas teorías y he convivido largamente con personas a quienes fuí ayudando en sus estudios relativos a tales materias. He aquí las consecuencias triviales a que llegué. Es un hecho que las ideas no penetran en la mente ya completamente perfiladas. Comprender es un proceso que tiene lugar por aproximaciones sucesivas. Esto, que vale en general, es particularmente cierto en el caso de las ideas centrales de la mecánica cuántica y de la relativista. Hay que mirarlas y remirarlas, darles vuelta contemplándolas desde los más diversos puntos de vista. Hay que llegar, en definitiva, a una visión omnilateral de sus conceptos. No conozco otro procedimiento para conseguirlo que familiarizarse con ellos con el tiempo, viendo aplicados los conceptos una y otra vez. Lo mismo vale para los métodos.

Pero los conceptos que encontramos en las teorías que nos ocupan ofrecen una peculiaridad que procede del carácter formal,

abstracto de dichas teorías. Sus objetos pertenecen a una porción del mundo en torno muy alejada de la que aprehendemos por modo inmediato o de la separada de la que nos muestra la experiencia directa por una breve cadena de razonamientos. De ahí una mayor intervención del aparato formal frente a la que encontramos en las teorías clásicas, con sus modelos calcados de la realidad cotidiana. Esta intervención y aquella pertenencia tienden a asemejar el objeto físico al objeto matemático. Y sin embargo, el objeto físico, no es un objeto matemático. Por abstracto que aparezca un modelo en la física contemporánea, por más que en el formalismo se comporte como un ente matemático, se hace referencia con él y en todo caso a una realidad física subyacente que trasciende a lo puramente matemático. Y esto plantea un doble problema: el educado en las formas clásicas de la física se encuentra un tanto perplejo frente a esos objetos quasi-matemáticos que, a la vez que difícilmente "intuibles", pretenden traducir una realidad física. Todo procede a menudo de que se intenta por su parte ir más allá de lo mentado en la definición teórica del objeto y este malestar perdura hasta que no se llega al convencimiento de que, efectivamente, no hay más desde el punto de vista puramente lógico. Por otra parte, al estudiante de ciencias exactas le parecerán vagas, faltas de contorno preciso, aquellas nociones que al físico le parecían excesivamente formales y abstractas.

Una y otra actitud están plenamente justificadas desde el punto de vista psicológico. Pero hay que superarlas. La fórmula para lograrlo es, en principio, bien simple: es menester comparar entre sí los conceptos, ver cómo se manejan los métodos. En esta tarea el que enseña debe guiar al alumno. Pero no nos hagamos ilusiones: el alumno nada comprenderá hasta que no lo haya redescubierto por sí mismo. La definición formal de un concepto físico,

será tan lógicamente correcta como se quiera, pero no basta para comunicar el pleno entendimiento de la nueva noción en el sentido de aprehender todos sus matices y mucho menos todavía en el de apreciar su zona de influencia y su porqué. Tomemos, por ejemplo, la noción de spin. Después de una breve "descripción" en la que se nos habla de momento cinético intrínseco, o de algo que cabe imaginar debido a cierto movimiento interno del corpúsculo, se acaba por decir que "sin embargo, podemos construir una teoría del spin a partir simplemente del supuesto de que las componentes del momento cinético de spin están ligadas con los operadores de rotación de la misma manera que antes encontramos en el caso del momento cinético orbital" (Dirac, Q.M., pgs. 142-145). Esta definición - o la equivalente en términos de representaciones del grupo de rotaciones - es la única definición clara de lo que hoy entendemos por spin. Pero al alumno no le parecerá al principio nada claro, entre otras cosas porque esa explicación simple de los términos y del alcance de los símbolos origina por lo menos un cierto desengaño y suscita el sentimiento de que no puede ser que aquello sea todo. Y, en efecto, algo de esto hay. La pura definición lógica produce un impacto en la mente. Pero mientras la noción no se haya visto aplicada repetidamente y en circunstancias varias, el término que la designa no provocará aquel conjunto de resonancias que escapan a lo puramente lógico para, en cambio, estimular la imaginación y comunicar soltura al manejo del nuevo concepto. Por consiguiente, hay que procurar al alumno ocasiones de aplicarlo y de relacionarlo con los demás conceptos de la teoría. Dificilmente cabe esta labor en el curso de la lección, durante la cual de lo que se trata es de mostrar los conceptos en su concatenación lógica y de forma que el alumno "no pierda el hilo". Pero en el seminario, cuando queda detrás el traba-

jo de una semana, allí sí hay que poner de manifiesto la motivación y estructura de conjunto de lo ya visto, los ligámenes de ese y aquel puntos entre sí y con lo ya conocido. A medida que se multipliquen las aplicaciones de la nueva noción y se manifieste su enlace con otros conceptos, el alumno irá asociando con el concepto una imagen que, por ser suya, por sentirla como a tal, comunicará a la idea un vigor que no puede imprimirle la nuda definición lógica. Pero la imagen, en definitiva, está tan condicionada por circunstancias marcadamente psicológicas que es el alumno, quien, en definitiva tiene que creársela. El que enseña debe limitarse a proporcionarle elementos con que formarla, lo que ni es fácil ni excluye un dirigirle como quien dice a distancia mediante una cierta dosis de comentario durante la lección y mediante la discusión real, no teórica, en el seminario.

Por lo que concierne al rigor matemático en la enseñanza de la física matemática, al rigor de la demostración o en el curso del razonamiento, las nuevas teorías físicas no son susceptibles en general de alcanzar el rigorismo de una teoría puramente matemática, a pesar de todo su aparato matemático. Cuando ello es posible, es siempre a expensas de una pérdida momentánea de la visión del conjunto debida al obscurecimiento provocado por los múltiples pormenores matemáticos - cuestiones de convergencia, licitud o ilicitud de ciertas inversiones, etc. Además, conviene no perder de vista que, por lo que se refiere a los alumnos, es inútil presentar los hechos con rigor superior al que son capaces de apreciar. El nivel a que debe llevarse es, pues, intermedio. Claro está que frente a este nivel intermedio los alumnos de ciencias exactas se sienten heridos en su espíritu rigorista, a la vez que los procedentes de físicas encuentran el esquema excesivamente matemático y andan preguntando constantemente por el "sentido físico". Pero no importa, porque a los primeros, a los de exactas, no les estorba,

antes al contrario, alcanzan un cierto estadio intuitivo en el que apliquen la herramienta matemática con decisión y vigor y a los segundos, a los futuros físicos, les es indispensable para su formación una cierta dosis de prudencia y rigor.

Con todo, más importante aun que todo eso es llevar al ánimo del alumno el espíritu de hacer las cosas con cuidado, a conciencia y con la más exquisita honestidad. Es esto más importante que todas las teorías que podamos enseñarle. Además, hay que inculcarle la idea de que en una situación dada debe analizarla antes de entregarse a ella. Todo esto redundará siempre en una mayor eficacia de su actividad profesional. Es considerable en este aspecto el valor formativo tanto de la mecánica cuántica como de la relativista. Frutos de una postura eminentemente crítica, no son inabordables para un alumno de los últimos años de licenciatura, pero ciertamente no se dan sin esfuerzo al que se acerca a ellas por primera vez. Vencer las dificultades que su estudio presenta, aunque a vencerlas se le ayude, es un excelente antídoto contra la superficialidad.

Sin embargo, bien poco se conseguirá de lo que acabo de señalar si no se despierta en el alumno el interés. Y este interés no surgirá si, en primer lugar, el que explica no está íntima y profundamente interesado en aquello que es objeto de su explicación y si, en segundo lugar, no está animado por la vocación de enseñarlo a los demás. Existe una vocación de estudio y existe una vocación de enseñar lo que se ha aprendido. Ésta implica la primera, pero el recíproco no es necesariamente cierto. Y conste que veo en el enseñar algo más que el mero comunicar ciencia. Hay que comunicar también parte por lo menos del entusiasmo que se siente por lo que se explica, no por lo explicado en sí, sino por el en-

riquecimiento que supone para la personalidad el entusiasmarse.
Porque estoy del todo de acuerdo con estas palabras de Spranger:

"quien sólo ciencia da sin que le posea la fé de que contribuye a elevar el ser todo de quien la reciba, por grande que sea su desvelo se le podrá incluir entre los sabios, pero no entre los pedagogos."
