3 La educación interdisciplinar en el área de las Ciencias (*)

Por Julio CASADO LINAREJOS (**)

A lo largo de los últimos cien años, el estudio de lo que ha sido denominado *imagen física del mundo y temática fundamental de la vida* ha progresado espectacularmente, orientando los derroteros del saber por las vías de la especialización. Y una enseñanza *prematura e hipertrofiadamente especializada*, fragmentada, balcanizada, al mismo tiempo que puede conducir a enfeudamientos estériles más tarde, podría también contribuir —al proyectarse sobre el estadio educativo conocido habitualmente entre nosotros como *Enseñanza Media*— a forjar en la mente de nuestros adolescentes una imagen pobre, cuando no irreal, del entorno que los rodea y del cambiante mundo en que les ha tocado —nos ha tocado— vivir. Debemos reflexionar sobre el hecho de que los desenvueltos muchachos que ahora mismo llenan las aulas y pasillos de nuestros centros de Enseñanza Media, vivirán la mayor parte de su vida activa en el siglo XXI cuyo horizonte, nos dice Della Santa (1) no puede ser entrevisto sino es desde una perspectiva integradora, en busca de una vsión global, mejor que total, del medio en que vivimos.

De acuerdo con esa forma de concebir la educación, estamos convencidos de que, sin un esfuerzo integrador por parte de todos nosotros, profesores, podrían salir de nuestras aulas y laboratorios, seminarios, escuelas y universidades, jóvenes encarnación de aquellos personajes simbólicos que aparecen una parábola de Chuang-Tse, donde se ponen en boca de la divinidad las siguientes palabras: *¿Cómo podré hablar del mar con la rana, si no ha salido de su charca? ¿Cómo podré hablar del hielo con el pájaro del estío, si está retenido en su estación? ¿Cómo podré hablar de la vida con el sabio, si es prisionero de su doctrina?*

En esa cárcel de las doctrinas rígidas, en la que incluso el sabio puede verse prisionero, hemos de tratar de no encerrar, consciente o inconscientemente, a nuestros alumnos. Mas, ¿qué vías podemos seguir, particularmente en el ámbito de la Enseñanza Media, para alejarnos de esa peligrosa, y al mismo tiempo atractiva, prisión de sendas cómodamente monodireccionales y dogmáticas, para tratar de acercarnos, en cambio, a una fecunda y amplia visión del universo en que estamos? Porque, si no somos capaces de librarlos —y librarnos— de esa *cárcel del alma*, ¿qué va a ser de ellos?, ¿serán tan sólo especialistas, mejores o peores, en el cotidiano quehacer técnico al que profesionalmente se hallen consagrados en el campo de la Física, la Química, la Ingeniería, la Astronáutica...? ¿Serán —se pregunta Laín preocupado— simples miembros de una sociedad que, en aras de la tecnificación y la eficacia haya echado definitivamente por la borda, como lastre envejecido e inútil, ese tradicional ingrediente de la cultura al que Occidente solemos dar en nombre de *formación humanística?* (2).

Para evitar o, al menos, tratar de soslayar esos graves riesgos en la educación de nuestras generaciones más jóvenes se han ensayado en los últimos años diversas vías que no pretendemos analizar aquí en detalle. Sin embargo,como ya hemos apuntado en otra ocasión (3), sí queremos dejar constancia del papel protagonista que atribuimos en la tarea educativa a la enseñanza y cultivo del idioma propio y de las Matemáticas. Respecto al primero, se encuentra muy extendida la idea, incluso entre el profesorado, de que la preocupación por el mismo debe sentirla exclusivamente la *gente de letras*. Creemos, por el contrario, que, en general, dentro del marco de la

(*) El contenido de este estudio forma parte de la conferencia que, invitado por C.I.A.E.M. pronunció el autor, en agosto de 1978, en la sesión de apertura de la XXX RECONTRE DE LA COMMISSION INTERNATIONALE POUR L'ETUDE ET L'AMELIORATION DE L'ENSEIGNEMENT DES MATHEMATIQUES, y de una Ponencia presentada en el SIMPOSIO SOBRE DIDACTICA DE LA FISICA Y DE LA QUIMICA, I.N.C.I.E., Madrid, octubre de 1978.

(**) Catedrático de Química Física de la Universidad de Santiago de Compostela.

(1) Della Santa, E: *L'approche interdisciplinaire de l'Enseignement des sciences de la nature au niveau secondaire*, Univ. de Exeter, 1974; *Seminario sobre enseñanza interdisciplinar de las Ciencias*, Instituto de Ciencias de la Educación, Univ. de Santiago, 1975.

(2) Laín Engralgo, P.: *Asclepio*, XXIII, 79-93, 1971.

(3) Casado, J.: *Rev. de Educación*, n.º 241, año XIII, 66-77, 1975.

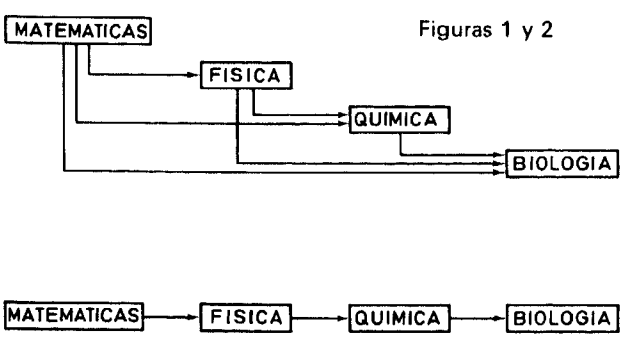
educación integral y, en particular, en el área de la enseñanza de las Ciencias, todo aquello que pueda contribuir a una mejor expresión oral y escrita por parte de nuestros alumnos —y, por mejor, más precisa— todo aquello que suponga un perfeccionamiento en algo tan elemental como lamentablemente olvidado entre nosotros: *el arte de leer con entendimiento y escribir con corrección* (cf. 2), son factores esenciales en la plena formación científica del hombre.

En lo que se refiere al otro pilar sobre el que debe asentarse una educación científica integral, las Matemáticas, creemos que es necesario destacar desde el principio su papel formativo en el contexto de programas y currículos y su integración en los mismos. En este sentido hemos de suscribir algunas de las opiniones expresadas en Louvain-la-Neuve, con motivo del XVIII Congreso de la Comisión Internacional para el estudio y mejora de la enseñanza de las Matemáticas. Afirmaba allí Gaulin: *Se tiene conciencia, en efecto, en numerosos medios, de que, en el pasado, la enseñanza de las Matemáticas en las escuelas ha sido concebida y desarrollada esencialmente en función de una élite. De ahí la segunda preocupación que quiero subrayar hoy, de elaborar los objetivos y contenidos de programas y organizar la enseñanza* en primer lugar *en función de la mayoría de los alumnos. Se trata de una condición indispensable para una* verdadera *democratización de la educación (entendida en un sentido que va más allá de la accesibilidad de la enseñanza a la mayoría de los chicos)* (4).

Posiblemente uno de los aspectos más importantes y delicados, que se deba estudiar meticulosamente al elaborar y proponer currículos escolares, sobre todo en la Enseñanza Media, sea el correspondiente a la programación idónea de las Matemáticas pensando, como indica Gaulin, en la mayoría de los alumnos, pensando en los alumnos *que no van a ser matemáticos*, pero que han de utilizar las Matemáticas como herramienta básica de trabajo. Y cabe preguntarse ¿se hace siempre así? Quizá no. Analicemos brevemente esta duda.

a) En algunas ocasiones porque se ha utilizado la Matemática más como instrumento de selección que como vía de formación intelectual. A este respecto merecen ser recordadas unas palabras pronunciadas hace un par de años por el Prof. Laurent Schwartz: *Vean lo que pasa con las Matemáticas. No son enseñadas para formar futuros matemáticos o científicos. Han substituido al Latín como instrumento de selección* (5).

Y el físico y Académico de la Lengua y de Ciencias de Francia Louis Leprince-Ringuet, escribe: *Y no sólo en la Enseñanza Media, sino también en la Enseñanza Superior y Escuelas Técnicas. En muchas de ellas la selección se hace esencialmente a través de las Matemáticas* (6).



Figuras 1 y 2

En nuestro país, España, todos sabemos como, a lo largo del ya abrumador *maremagnum* de programaciones aún nonnatas y ya modificadas, de currículos que nada más entrar en vigor ya son cuestionados, se ha acudido en ocasiones a la Matemática como eficaz instrumento de selección, no siempre justificado.

Posible manipulación, pues, de la Ciencia Matemática con objetivos a veces ajenos a ella. Mas, como esa manipulación puede no tener nada que ver con la voluntad de los propios profesores en general, y de los matemáticos en particular, dejemos de lado esta problemática y sigamos adelante.

b) En otros casos, porque no se adaptan los programas de Matemáticas, o la impartición de los mismos, a los currículos generales en que se insertan y a las necesidades futuras de los estudiantes. En este sentido, un matemático, Kline, afirma: *Las nuevas matemáticas se enseñan a los alumnos de Enseñanza Primaria y Media que elegirán las más variadas profesiones, trabajos, empleos técnicos y salidas, ose convertirán ante todo en esposas y madres. De los niños de la escuela primaria, ni uno por cada mil serán matemáticos; y, en cuanto a los estudiantes de Enseñanza Media, ni uno de cada ciento llegará a serlo. Está claro, pues, que un plan que pudiera ser ideal para la formación de matemáticas podría no ser el más idóneo para estos niveles de enseñanza* (7).

No nos vamos a lanzar ahora al ruedo donde amplios sectores científicos de la Física, la Química, Ingeniería, e incluso de la propia Matemática (cf. por ejemplo 4, 6) discuten y argumentan en torno a la *nueva Matemática*. Pero sí queremos expresar claramente nuestra opinión de que la Matemática, *nueva o no*, que se enseña en nuestras escuelas, seminarios y facultades no siempre se adapta adecuadamente a las exigencias de los objetivos que se persiguen, que se deben perseguir, dentro de una adecuada integración de contenidos.

En otro lugar (cf. 3) comentamos las palabras de Leprince-Ringuet en torno a la enseñanza de la Matemática desde la perspectiva de la Física. ¿Y en el ámbito de la Química? Kant llegó a afirmar que la Química no es sino una rama de la Matemática aplicada. Y ciertamente que con el lenguaje de la Matemática el químico actual puede interpretar algo tan esencial para él como la propia existencia del enlace químico, profundizando en el conocimiento de las interacciones que ligan a los átomos entre sí para formar moléculas. Algunas de las metodologías más significativas y fértiles de la Química actual; Metodología cuántica, termodinámica, mecanoestadística, cinética, etc., constituyen testimonio inequívocos y patentes de la apoyatura fisicomatemática de la Química de nuestros días. Química que desde hace tiempo se proyecta más y más sobre objetivos

(4) Gaulin, C.: *Comt. rend. de la XXVIII recontre de la Commission Internat. pour l'etude et l'amelioration de l'enseignement det Mathématiques*, Bélgica, 1976.

(5) L'Express: *Le bluff sur les mathematiques modernes*, n.º 1.305, 12-18 julio, 50-52, 1976.

(6) Leprince-Ringuet, L.: *Science et bonheur des hommes*, Flammarion, París, 1973.

(7) Kline, M.: *Why Johnny Can't Add: The failure of the New Math*, St. Martin's Press, New York, 1973. Versión española por Siglo Veintiuno de España Editores, 1976.

interdisciplinares que han merecido la atención de mentes egregias en muy diversos campos (cf. por ejemplo 8 y 9) y que pretende, cada vez más, ser capaz de alcanzar aquél desideratum expresado por Lavoisier en su *Mémoire sur l'affinité du Principe Oxygéne: Quizá algún día la precisión de los datos será tal que el geómetra pueda calcular en su gabinete los fenómenos de una combinación química de la misma manera que calcula el movimiento de los cuerpos celestes.*

Entre la desconfianza agustiniana en los matemáticos *(todo buen cristiano debería estar prevenido ante los matemáticos..., el peligro estriba en que los matemáticos han hecho un pacto con el diablo,* pensaba San Agustín) y la reducción drástrica de la Química a Matemática del pensamiento kantiano, quizá sea la opinión de un matemático de Oxford, Sylvester la que nos pueda dar pie para reflexionar sobre lo que representan las Matemáticas como vehículo integrador para la Química de nuestros días, justamente cien años después de que Sylvester escribiera en el *Journal of Mathematics: Cuando más conozco —se refería a la Química— más profundamente impresionado quedo con la armonía... que existe entre los modelos químicos y algebraicos. Al resbalar mi mirada, de arriba abajo, por las páginas ilustradas... me siento como podría hacerlo Aladino paseando por el jardín en el que los árboles se encuentran cargados de piedras preciosas... Hay un oculto tesoro repleto de riquezas algebraicas potencialmente contenido en los resultados conseguidos tras paciente trabajo, largo y laborioso de nuestros inconscientes químicos que no sospechan de ello.*

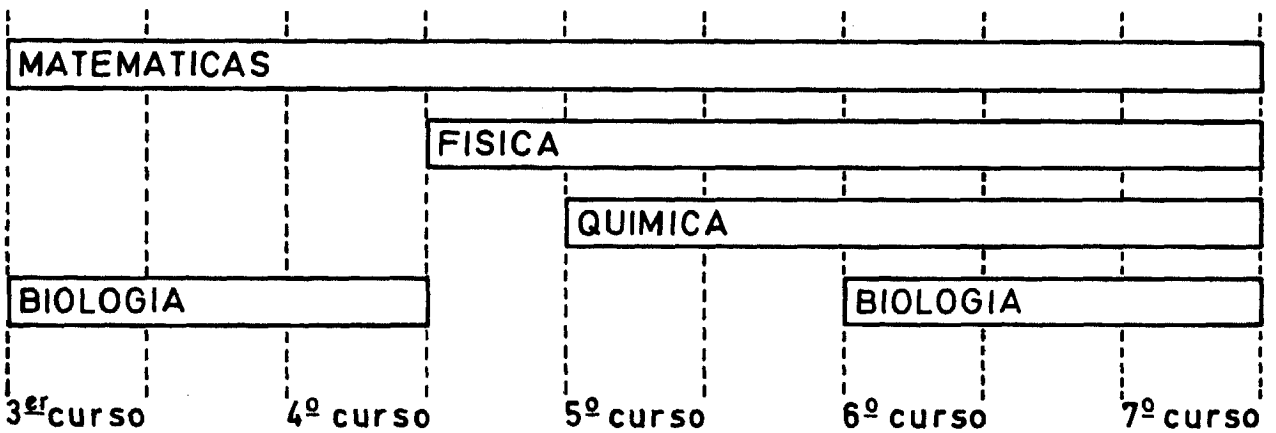
Un año más tarde, un químico, Schutzenberger, escribía: *No tardando, las Matemáticas le serán tan útiles al químico, como la balanza.* Y ese tiempo ha llegado ya. Paradigma claro de tal convergencia entre Matemática y Química es la doctrina toda de Werner Heisenberg quien, con Born y Jordan, han hecho posible la proyección espléndida de esquemas matemáticos al estudio de la estructura de la materia con resultados egregios.

Y, de nuevo, la pregunta: los estudiante que llegan cada año a las puertas de una Facultad de Química y los que dentro de ella cursan ya sus estudios, ¿reciben adecuada formación matemática ante los objetivos que demanda la formación de un químico de nuestro tiempo?

Bajo el título *Science Education and the New Mathematics* Laidler (10) nos brinda resultados clarificadores. Según podemos leer en el trabajo del químico de Ottawa, se detectan especiales dificultades en el manejo de las operaciones matemáticas más simples recogidas en la Sección I de *Chemistry Core Topics* (11), preparado en 1975 en la Universidad de Ontario, donde se incluyen aspectos tan elementales como los siguientes: 1) Cálculos que implican el manejo de exponentes, logaritmos y raíces cuadradas; 2) Resolución de ecuaciones de segundo grado; 3) Representación de datos experimentales; 4) Ajuste de datos a ecuaciones lineales; 5) Comprensión de figuras; 6) Suma y producto de fracciones; 7) Comprensión de la idea de proporcionalidad. Y aporta algo que puede provocar estupor, pero que ha sido revelado por diferentes sondeos y *tests:* Menos de la mitad de los estudiantes que ingresan cada año en las universidades norteamericanas para estudiar carreras científicas son capaces de sumar y multiplicar fracciones con soltura.

Hasta aquí los hechos objetivos. ¿Qué razones o concausas podrían encontrarse para interpretarlos? Para Laidler, las más importantes serían: a) La merma de la disciplina intelectual en colegios y universidades; b) La consiguiente disminución de los estándares educativos en todos los niveles, y c) La introducción de la *nueva matemática*. Respecto a este último aspecto, el matemático Schwartz (1 o.c. cit) es más tajante: *Incluso en matemáticas, lo primero que se pide a una nueva herramienta no es la belleza del razonamiento, sino ser útil, hacer progresar las cosas.*

Figura 3



En todo caso vemos así como, a través de la opinión de físicos, químicos, matemáticos, investigadores y docentes, se trasluce la necesidad de buscar en la Matemática el aglutinante, el nexo interdisciplinar imprescindible en una educación científica más humana y racional. Nos atreveríamos a comparar la

(8) Schrodinger, E.: *What is life?* Cambridge Univ. Press, 1967. Versión española por Ed. Avance, 1976.

(9) Monod, J.: *Le hasard et la nécessité*, Ed. du Seuil, Paris, 1970. Versión española por Barral Ed., 1975.

(10) Laidler, K. J.: *Chem. in Canada*, 27 (9), 33-35, 1975.

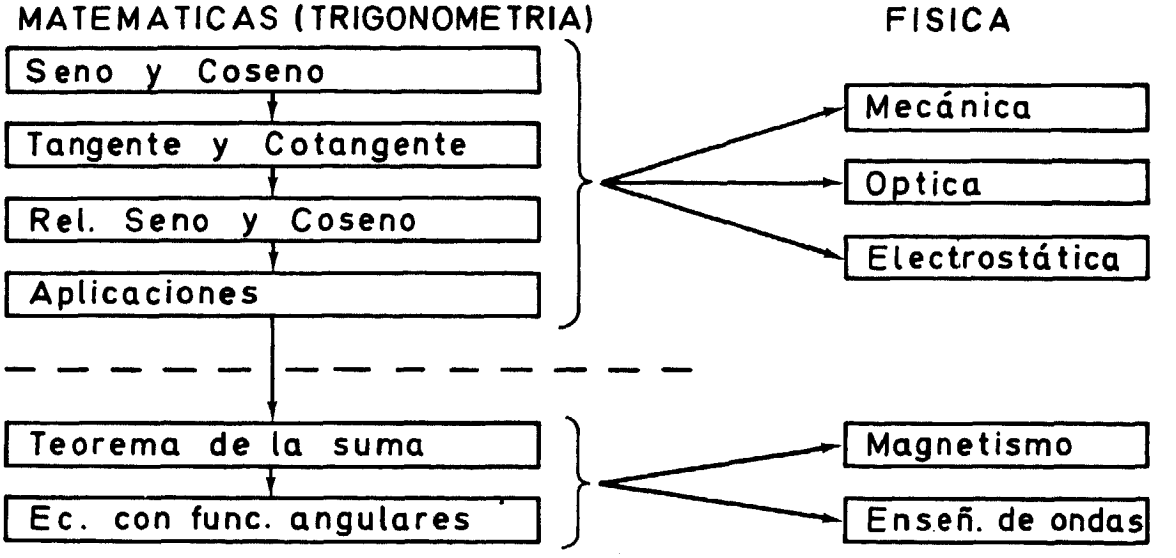
(11) Committee of Year One Chemistry Instructors of Ontario Universities: *Chemistry Core Topics*, Feb., 1975.

Matemática con el hilo que une, que liga, que sube y que baja a lo largo de la trama de un inmenso tapiz —el Universo— y que con su zigzagueo dibuja ante nuestros ojos admirados (cuando es manejado por manos hábiles) la imagen espléndida de la Física, o los contenidos de la Química, o los fascinantes perfiles de la Biología moderna. Pero para ello no basta la solidez. la buena calidad del hilo, hacen falta ideas claras que sean capaces de concebir la bella y unitaria imagen del tapiz. Hace falta, en una palabra, una mente de artista. Nos atreveríamos incluso a exigir esta cualidad al docente que emplea la Matemática como arcilla con la que puede construir muchas y diversas formas, unas veces con el único objetivo en la búsqueda de la belleza, lógica y hermosa en sí misma y, otras, para construir formas útiles, conjugando y armonizando belleza y utilidad.

En esa línea de pensamiento merece la pena recordar ahora el criterio de un ilustre matemático español, Pedro Puig Adam: *Para la mayor parte de nuestros alumnos las Matemáticas no constituirán un fin en sí, sino más bien una herramienta, un medio de abordar los probemas vivos del porvenir. Su educación matemática completa no consistirá pues, en mostrarle en vacío el mecanismo de esa instrumentación, sino en cultivar al mismo tiempo el sentido de aplicación en las dos fases de abstracción y concreción que preceden y siguen a ese mecanismo, que le facilitan el material elaborado y lo interpretan.*

Hace un momento habíamos hecho intención de no echarnos a la arena de la controversia en torno a la *nueva Matemática*. Por eso, y para tratar de llevar al ánimo de algunos de su más radicalizados defensores la idea de que el ver con cierto escepticismo por parte de numerosos científicos algunos esquemas metodológicos de aquella, no supone forzosamente pensar que sus epígonos puedan ser aliados del diablo, sino que la búsqueda del equilibrio entre abstracción y concreción es algo muy anterior a las nuevas modas y corrientes —ya no tan nuevas— que a veces irrumpen arrolladoramente en éste, como en otros tantos campos, nos parece que podría ser de utilidad recordar aquí, de nuevo a través de la palabra de Puig Adam (12) cómo el problema del abuso de las abstracciones ya preocupaba a los científicos de comienzos del siglo XX, mucho antes de que Max Beberman pensara en renovar programas en la Universidad de Illinois. Escribe don Pedro: *Uno de los defectos funfamentales que tenía la enseñanza matemática para técnicos en los comienzos de siglo era su exceso de abstracción, su inconsciente apartamiento de toda aplicación inmediata al mundo real. Ello motivó, como es sabido, una intensa reacción antimatemática en las escuelas técnicas, que quedó rápidamente frenada cuando los mismos técnicos se dieron cuenta de que la culpa de su incapacidad no radicaba en la Matemática en sí, sino en el modo como se las habían enseñado.*

Figura 4



Y, profundo conocedor del arte educativo, comenta irónicamente: *El cómodo pretexto 'Vds. verán cómo esto se aplica en...' rara vez tenía confirmación. Total, que entre el Vds. verán' de los unos y el 'Vds. vieron' o 'Vds. verían' de los otros, el alumno se quedaba en la mayor de las perplejidades acerca de la relación que pudiera existir entre las fórmulas, los ábacos y las tablas manejados a ciegas en sus proyectos y aquellas abstrusas teorías matemáticas perdidas en el montón de recuerdos poco gratos.*

Llegamos así a preguntarnos: entre la Matemática como abstracción pura o como lenguaje vehicular, por un lado, o entre el 'Vds. vieron' y el 'Vds. verán', por otro, ¿es posible hallar vías metodológicas que conduzcan a un acercamiento interdisciplinar en la enseñanza de las Ciencias?

Pensamos que sí y que sólo es cuestión de ponerse a trabajar sobre ello. Nos parece que, como en todo, lo primero es poseer una seria y decidida voluntad de lograr esa integración. Ejemplos de programación existen, y algunos muy buenos. En otras ocasiones hemos hecho referencia a algunas experiencias des-

(12) Puig Adam, P.: *Cálculo Integral*, Biblioteca Matemática, Madrid, 1957.

arrolladas en Suecia e Israel (13-14). Sin embargo, aquí querríamos comentar muy brevemente un proyecto, a nuestro modo de ver excelente, que busca una armónica integración de las Matemáticas con la Física, Química y Biología en una enseñanza de nivel medio. Es un trabajo realizado en Suiza (Eidgenössishen Technischen Hochschule in Zürich, Abteilung für allgemeine Didaktik und experimentelle Psychologie).Ha sido concebido para ser desarrollado en trece semestres (15).

Programadores y profesores comienzan sus contactos sobre la base preconcebida de una educación interdisciplinar esquematizada en el diagrama de la figura 1 que revela claramente el papel integrador de la Matemática en el currículo a elaborar.

Ante este esquema objetivo de la Ciencia actual, cabe adoptar, para su enseñanza ,una vía monodireccional y jerárquica, compacta, que podría reflejarse en la figura 2. La cual es, desde luego, una respuesta válida, pero no la única y quizá no la mejor. En esta línea de acción se puede pensar, por ejemplo, que antes de explicar la Química deberían haberse expuesto *todos* los contenidos de Física y Matemáticas incluidos en el currículo general, y que antes de iniciar la explicación de la Biología, los alumnos han de haber recibido *toda* la información referente a contenidos de índole matemática, física y química.

Con una programación de ese tipo, bien elaborada, los comentarios *'Vds. vieron'* y *'Vds. verán'* pueden ser oportunos y la enseñanza será sólida.

Pero probablemente puedan flexibilizarse programas y currículos, al mismo tiempo que se mejora el rendimiento escolar y las motivaciones de los estudiantes. Así, la introducción de los denominados *núcleos de integración* permite distribuir contenidos por cauces más naturales y realistas, más cerca del mundo que se trata de comprender. La figura 3 ilustra ese solapamiento, esa integración *natural* donde una cuidadosa distribución permite no sólo explicar contenidos de diferentes disciplinas con una continuidad lógica inexistente en programaciones no integradas, sino incluso —como ocurre con la programación de Biología— aprovechar mejor el tiempo, comenzando desde la iniciación del currículo con contenidos de tipo fenomenológico y dejando para un estadio más avanzado los de naturaleza fisicoquímica, cuando ya se han conocido los fundamentos procedentes de otras áreas.

Como ejemplo de integración de una parte de las Matemáticas, la Trigonometría, proyectada hacia la Física, el organigrama recogido en la figura 4 muestra como parte de esta disciplina, la Física (capítulos de Mecánica, Optica y Electrostática) puede ser explicada ya después de haber expuesto algunos, pero no necesariamente todos, los *núcleos de coordinación* de contenidos de índole trigonométrica. Con esta idea como base pueden distribuirse los contenidos matemáticos precisos en dos *núcleos de trigonometría* (I, II) (véase la figura 5).

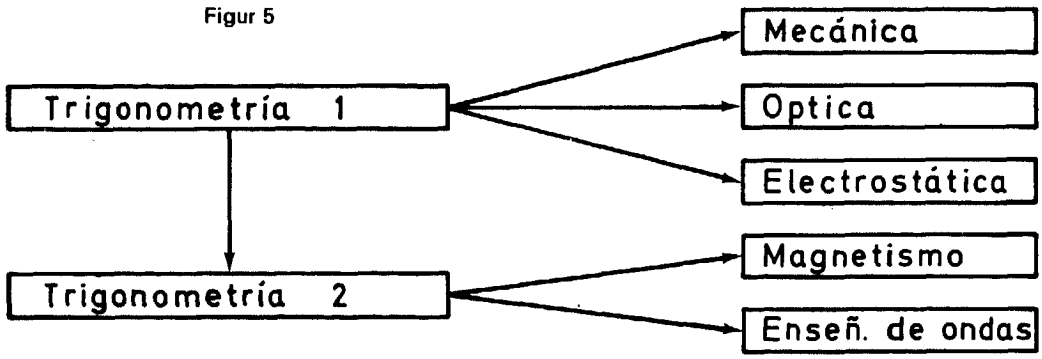
Otro tanto podría decirse del Cálculo Integral y sus proyecciones sobre la Mecánica, que precisa solamente unos conocimientos básicos de aquél para comenzar a explicar ésta en el contexto de un currículo integrado.

Ciertamente que organizar en el espacio y en el tiempo un currículo de cinco años con integración de disciplinas tan amplias y 1.383 horas de duración no es tarea fácil. Ha exigido la elaboración de un algoritmo que implica una optimización compleja que, llegada a su fin, presenta el formato que recoge la figura 6.

El primer numeral del código indica si el núcleo que consideramos pertenece al ámbito de la Matemática, 1; Física, 2; Química, 3, o Biología, 4. Los otros tres guarismos se refieren simplemente al número de orden del núcleo dentro de cada área integrada. Tras la designación explícita del núcleo figura el número de horas destinadas a su impartición. Seguidamente se indican los núcleos que han debido ser explicados antes del que se esté considerando en cada caso y, al final, las conexiones o afinidades de cada núcleo con otros, señaladas incluso cuantitativamente mediante el numeral que figura después del código de referencia de cada núcleo conexo.

La idea de los *núcleos de coordinación* la hemos seguido nosotros en la explicación de nuestro propio programa de Química Física en la Universidad, distribuyendo contenidos de algunos *capítulos-base* que no se han impartido de forma compacta, sino

Figur 5



(13) Casado, J.: *Hacia una praxis de la educación interdisciplinar*, Rev. de Bach., n.º 1, 4-12, 1977.

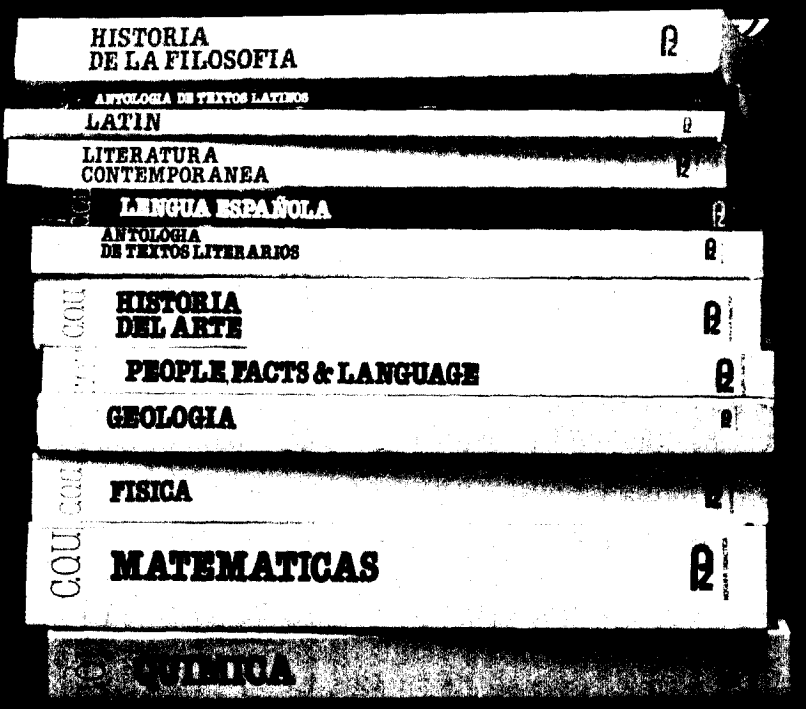
(14) Casado, J.: *Proyecciones interdisciplinares en la enseñanza de la Química*, II Seminario sobre didáctica de la Química en la Universidad, Instituto Nacional de Ciencias de la Educación, Madrid, 1976.

(15) Perret, C. y Suárez, A.: *Verfahren zur Koordination des mathematischnaturwissenschaftlichen Unterrichs*, Beltz Verlag, Weinheim-Basel, 214-231, 1974 *(Integriertes Curriculum Naturwissenschaft der Sehunfarstufe I: Projekte und Innovationsstrategien*, Karl Frey, Klauss Blansdorf, Bericht über das 5. INF-Symposion).

Libros de Texto que se pueden leer

Con la colección de manuales de COU, Noguer Didáctica ha pretendido avanzar sobre el "clásico" libro de texto, desarrollando los programas con amplio espíritu crítico, abierto y a la vez con máximo rigor científico.

El empeño en crear libros con perspectivas de futuro de acuerdo con el cambio social, ha sido reconocido por la gran acogida que ha tenido esta colección entre los profesores.



Lengua Española: Francisco Marcos Marín.

Lengua Inglesa: Juan María Marín y Enrique Pellejer, Catedráticos de Instituto en Santander y Oviedo.

Filosofía: Fernando Savater, Miguel Angel Quintanilla, Javier Sádaba, Tomás Pollán, José Antonio Ugalde, Juan Aranzadi y Reyes Mate.

Historia Contemporánea: Javier Tusell Gómez, Catedrático de la Universidad de Valencia; Carlos Gómez, Carlos Dardé y Juan Avilés.

Literatura (Dos libros: Teoría y Antología de Textos): Pablo Jauralde Pou, Catedrático de la Universidad de Granada.

Latín (Dos libros: Teoría y Antología de Textos): Agustín García Calvo y Bartolomé Segura, Catedráticos de las Universidades de Madrid y Sevilla.

Griego: Jesús Lens Tuero y Magdalena Roda.

Historia del Arte: Joaquín Yarza Luaces, Fernando Collar, Juan Carlos Frutos, Milagros Guardia y M.ª Dolores Lloréns; Catedráticos.

Matemáticas: Francisco Bernis, Antonio Malet y César Molinas, Catedráticos de Instituto.

Curso de Problemas: Francisco Bernis, Antonio Malet y César Molinas, Catedráticos de Instituto.

Física: Enrique García Camarero, Eduardo Elizalde, Francisco Arjona y Máximo León, Profesores de la Universidad Autónoma de Madrid.

Química: José Luis Fernández Abascal, Rosa Martín, Mercedes Arroyo y Eduardo Enciso, Profesores de la Universidad Complutense.

Geología: Alfredo Arche Miralles.

Biología: Joaquín Fernández, Juan Manuel Ibeas y Juan Diego Pérez.

Dibujo Técnico: Equipo de Catedráticos.

ND NOGUER DIDACTICA Sancho Dávila, 6. Teléfonos: 246 14 02-03-04. Madrid-28

FIGURA 6

Código	Designación	Duración, h.	Temas anteriores o básicos					Afinidades o conexiones							
3001	Introducción a la Química	3	—0	—0	—0	—0	—0	—0	—0	—0					
3002	División de la materia	16	3001	—0	—0	—0	—0	3001	2						
3003	Partículas	8	1006	2006	3002	—0	—0	1006	1	2005	1	2006	1	3002	2
3004	Clasificación de las partículas	4	1007	2003	3003	—0	—0	107	1	3003	2				
3007	El enlace químico	23	3006	2003	2008	—0	—0	2003	1	2010	1	3005	1	3006	1
3008	Disoluciones químicas	9	3007	2008	—0	—0	—0	2007	1	3007	2				

que se han introducido a través de *núcleos* proyectados más tarde sobre capítulos específicos de la asignatura para, finalmente, abordar aspectos más avanzados en conexión con aquellos.

Como es lógico, no todas son ventajas en este tipo de metodología. Cualquier intento de integación, como tarea humana que es, ha de presentar conjuntamente luces y sombras. Sin embargo, el solo hecho de inducir a reunirse en torno a una mesa de trabajo a matemáticos, físicos, químicos y biólogos que, lejos de recelar mutuamente, persiguen objetivos comunes, ha de traducirse —de hecho se traduce— en una más alta calidad de la enseñanza, enriqueciendo al mismo tiempo la personalidad de cada profesor que ve abrirse ante él nuevos horizontes.

Esa labor integradora en la didáctica de las Ciencias puede paliar unos de los mayores males que, en nuestra opinión, aquejan a la educación científica: La fragmentación disgregadora y los enfeudamientos estériles. Al referirnos a ellos no podemos por menos de transcribir las palabras que con soberana elegancia escribiera Ortega (16):

Nosotros tenemos el mundo metido en cajones: Somos animales clasificadores. Cada cajón es una ciencia y en él hemos aherrojado un montón de esquirlas de la realidad que hemos ido arrancando a la ingente cantera maternal: La Naturaleza. Y así, en pequeños montones, reunidos por coincidencias, caprichosas tal vez, poseemos los escombros de la vida. Para lograr ese tesoro exánime tuvimos que desarticular la Naturaleza originaria, tuvimos que matarla.

En esta época de defensa de nuestro medio ambiente, de nuestro ecosistema, practiquemos tal protección no sólo individualmente. Hagámoslo también a lo largo de nuestra labor educativa, en cátedras y laboratorios, no fragmentándola ni rompiéndola. Tratemos de ayudar a comprenderla como ella es, de forma integrada.

---

(16) Ortega y Gasset, J.: *El espectador*, Espasa-Calpe, Madrid, 1966.

MUSICA EN EL BACHILLERATO

CURSO DE VERANO

Convoca el Instituto de Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid (Plan Nacional de Perfeccionamiento del Profesorado). Certificado de Participación según la Orden Ministerial de 28 de febrero de 1975

—Del 3 (10 mañana) al 8 de septiembre (7 tarde).
—**Contenido:** Formas y estilos en la Historia del Arte, de la Literatura y de la Música. Audiciones.
—**Matrícula:** 3.500 pesetas.
—**Lugar:** Escuela Superior de Música (Madrid).

Plazo de inscripción: Hasta el 31 de julio.

DIRECCION, INFORMACION Y MATRICULAS:

ESCUELA SUPERIOR DE MUSICA SAGRADA Y DE PEDAGOGIA MUSICAL

Víctor Pradera, 65 dupl., 3.º - Teléfono 241 31 65
MADRID-8