

EN TORNO A LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Julio CASADO LINAREJOS

Catedrático de la Universidad de Santiago
Director del Instituto de Ciencias de la Educación

En una reciente e interesante publicación, *Science et bonheur des hommes* (1), el físico y académico de la lengua francesa Luis Leprince-Ringuet reflexiona sobre la renovada actualidad de una de las caricaturas o situaciones límite concebidas por el genio de Charlie Chaplin. Caminamos, nos viene a decir el eminente profesor galo, hacia una agobiante y angustiosa sociedad civilizada, en donde, al igual que en *Tiempos modernos*, cada ciudadano trabajará día a día, hora a hora, en su puesto de una gigantesca cadena de montaje, de forma tan eficaz como rutinaria y deshumanizada, limitándose frecuentemente sus contactos humanos a la entrada y salida de la factoría, laboratorio o despacho.

Como, por otra parte, los medios de comunicación, asimismo más mecanizados, distantes e impersonales cada vez, nos mantienen en contacto continuo con el mundo exterior, nos encontramos con que nunca como ahora el hombre se encamina hacia un entorno social en el que se encuentra inmerso e informado de lo que en él sucede, pero sobre el que, al mismo tiempo, le resulta más y más difícil proyectar su humana personalidad, desdoblada de su actuación como especialista en una actividad determinada. Proyección que será, probablemente, tanto más pobre cuanto más «especializada» sea su tarea cotidiana, hasta el extremo de poder llegar a ser el propio hombre (?) quien rechace como extraño a él mismo toda actividad o interés no relacionado con ese quehacer diario. Cada vez más, nos dice el autor antes citado, el hombre se desliza hacia el centro de una gigantesca tela de araña, de hilos perfectamente anclados y cuyo carácter inaprensible y rígido va a hacer inútil cualquier esfuerzo que hagamos para zafarnos de ella.

Puede llegarse así a algo tan tremendamente esterilizador de la personalidad humana como es, no ya tolerar una existencia gregaria—física e intelectual—, sino a sentirnos cómodos en esa sociedad gregaria donde, para vivir confortablemente, puede bastar apretar con eficacia el tornillo o manipular la pieza que nos corresponda en nuestra inseparable y mecanizada cadena de montaje. Y eso, insistimos, es lo más grave.

Venimos hablando de entorno social. Pero no debe olvidarse que uno de los índices más sensibles, que mejor reflejan la esencia de una sociedad, es el tipo de educación, de enseñanza, que esa misma sociedad reclama para sus miembros más jóvenes, para las generaciones que la seguirán. Y quizá por el rapidísimo desarrollo que han experimentado en los últimos lustros las parcelas del saber que consuetudinariamente venimos denominando «Ciencias», y de la técnica hija de las mismas, debemos encararnos con prioridad en este terreno de la educación con los primeros síntomas de aquel peligro, uno de los cuales es catalogado con frecuencia bajo el genérico nombre de «enseñanza deshumanizada».

Nunca como ahora, se ha dicho, la educación, la enseñanza impartida en

(1) L. LEPRINCE-RINGUET: *Science et bonheur des hommes*, Flammarion, París, 1973.

nuestras escuelas y universidades, busca con tanto énfasis la creación de «expertos», de «especialistas» en determinado campo. Desiderátum educativo que, extrapolado, puede parangonarse a tantos otros síntomas que, sin una demasiada larga visión de futuro, se pueden detectar en esa sociedad de la que venimos hablando y en la cual, en un terreno muy distinto—pero, por eso, más significativo—, otro de esos desiderata es el logro de una parcela de terreno, piso o apartamento (apartamento, la propia palabra ya parece significativa), tan confortable como estándar e impersonal, aislado y perdido entre otros muchos que configuran ya nuestras modernas «ciudades-dormitorio», en las que el hombre vivirá más solo y aislado que nunca y de las que sólo saldrá, aparte de su cotidiano ir a incorporarse a su respectivo «puesto de experto», para unas vacaciones también masificadas y gregarias en el tiempo y en el espacio, programadas asimismo por expertos y especialistas en movimientos turísticos de masas, doctos en la planificación más racional de los períodos de vigilia y descanso de sus conciudadanos del mundo. Ciudades-colmena del futuro que, según se desprende de recientes proyectos, van a ser «perfeccionadas» técnicamente haciendo girar bloques enteros de edificios construidos en anillo para garantizar a sus copropietarios una breve ración de sol equitativamente repartida y programada, al mismo tiempo que se instalarán cintas transportadoras que diariamente llevarán a cada ciudadano desde su apartamento al respectivo puesto de trabajo (afortunadamente ya comienzan a notarse indicios de sana reacción social frente a la vida que imponen estas inhumanas ciudades modernas; la lenta despoblación que se manifiesta en algunas de las más importantes urbes de países europeos superindustrializados puede ser síntoma de ello).

También en el terreno de la educación se manifiestan signos claros de esa autodefensa de la sociedad frente a tales riesgos potenciales que, de cristalizar, alejarían cada vez más de aulas y seminarios lo que debiera ser *educatio*, que sería suplantada por una fría y estéril *instructio*. El interés creciente por esta problemática se manifiesta, por ejemplo, en la búsqueda y acercamiento a una ciencia integrada y en la preocupación de legisladores y planificadores de la educación en la preparación de un profesorado apto para formar hombres más que para fabricar expertos [véase, por ejemplo, (2)].

No deja de ser sintomático que sea precisamente en nuestro tiempo cuando se diga, en un análisis de los males de la universidad moderna (3), que uno de los principales responsables radica en la disgregación de la ciencia contemporánea. Una educación construida exclusivamente sobre disciplinas, asignaturas o departamentos que no busquen una auténtica y armónica unidad se quedará en eso, en mera *instructio*. Obras como *Die Einheit der Natur*, del físico Friedrich von Weizsäcker (4)—que, como apunta certeramente Rof Carballo, no ha encontrado demasiado eco en nuestro tiempo—, e intentos como las universidades experimentales o interdisciplinarias, tales como las que se ensayan en Escandinavia (Aarhus, por ejemplo, en Dinamarca, aunque, por el momento, en campos del saber muy diferentes a los que ahora nos ocupan) (5), pueden ser otros tantos signos que permiten vislumbrar que la so-

(2) a) International Council of Scientific Unions, Committee on the Teaching of Science, *Education of teachers for Integrated Science*, Conferencia Internacional, Universidad de Maryland, 1973. b) Problemática abordada asimismo en el Simposio sobre *Chemical Education* celebrado en Madrid, septiembre de 1975. IUPAC.

(3) HARTMUT von Hentig: *Magler oder Magister?*, Ueber die Einheit der Wissenschaft im Verständigungsprozess, Klett, Stuttgart, 1972.

(4) C. F. von WEIZSÄCKER: *Die Einheit der Natur*, Carl Hanser, Munich, 1971.

(5) «Tvaerfagsprogram», Aarhus Universitet, Dinamarca, 1974-1975.

ciudad busca, como ha hecho siempre a lo largo de la historia, alternativas fertilizadoras.

Cada vez es más urgente que, de cara a la formación de nuestros alumnos y sobre todo del profesorado que ha de encargarse de ello, la Universidad sea capaz, ante todo y sobre todo, de formar hombres que conozcan perfectamente las modernas técnicas de trabajo e investigación, pero que estén asimismo capacitados para seguir no sólo la evolución tecnológica, sino también las transformaciones humanas, culturales e intelectuales de su época. Hombres que, por cultivados, tendrán más probabilidades de ser felices. Por ello estamos firmemente convencidos de que, en el marco de la problemática general de la educación y la enseñanza, a escala internacional, el capítulo relativo a cómo buscar una adecuada educación científica debería ser —creemos que ya lo es— uno de los objetivos prioritarios de las sociedades modernas.

Infinitos son los problemas, y muy diferentes las posibles respuestas a cada uno de ellos en este terreno. Por eso, a lo largo de estas líneas sólo se hará referencia a algunos aspectos de tal problemática. Pero, eso sí, con claro ánimo de resaltar desde el principio que, en el área de la educación y enseñanza de las ciencias —como en los demás— los logros que cuantitativa y cualitativamente se consigan serán proporcionales a la calidad del profesorado con que se cuente. Y, por otra parte, tomar conciencia de que esta calidad no es un objetivo entre otros de fácil consecución. «La enseñanza de la ciencia —ha señalado recientemente una egregia personalidad de la investigación y la docencia— es hoy una tarea más difícil que la realización de una buena investigación» (6).

Pensamos que la afirmación de Laidler es realista. Como se ha apuntado antes, uno de los objetivos clave que el profesor debe perseguir durante su tarea educativa es la formación de hombres cultivados, cultos. Y conseguir armonizar estos dos términos «hombre» y «culto» en su plenitud no es fácil, sobre todo en el campo de las Ciencias, donde la naturaleza y volumen de conocimientos, así como su ritmo de crecimiento exigen una entrega absorbente y exclusivista. Los tiempos en que una mente clara podía alcanzar profundidad en muy diversas parcelas del conocimiento cada vez están más lejos de nosotros. La tremenda expansión de la Ciencia de nuestros días exige la especialización, con todo lo que ella implica. Tanto el estudio de mecanismos físico-químicos que regulan procesos de interés en la moderna Biología molecular, como la construcción de un acelerador de partículas —por no proponer más que dos ejemplos muy distintos— exigen el trabajo «coordinado» de auténticos especialistas.

Se ha dicho acertadamente que la cultura actual pasa por la especialización, pero es muy importante que, ante esta premisa, no lleguemos a forjar una educación alicorta y empobrecedora que sustituya la «no cultura» del hombre superficial que zigzaguea y vaga sin producir otro resultado que mera agitación formal, por la «incultura» del especialista llevado al límite. Incultura a la que no es ajeno otro grave peligro no siempre conjurado en el mundo de la educación: El de contribuir a formar únicamente «diccionarios vivientes» llevados por un excesivo afán de incorporar al acervo cultural del alumno datos y datos que probablemente le servirán de poco más que para desempeñar un lucido papel en un concurso de televisión. Esta degradación de la categoría «hombre» a la categoría «ordenador electrónico» supone

(6) K. J. LAIDLER: «Too much to know», *J. Chem. Educ.*, 51, 696, 1974.

tanto como hacer de aquél otro idiota ultrarrápido, por no emplear sino una afortunada definición de las modernas máquinas calculadoras. Queremos insistir sobre este riesgo en el campo de la educación científica, porque diferentes evaluaciones de sistemas educativos muy distintos, y en muy diversas sociedades y culturas, muestran que es uno de los que con mayor frecuencia malogran o disminuyen el rendimiento educativo. Y lo malogran particularmente en la parcela de la enseñanza de las ciencias, tanto desde un punto de vista objetivo, ligado a la propia esencia de lo científico, como del propio acto educativo que regula la relación profesor-alumno. Desde el punto de vista de la Ciencia, porque no hay una sola teoría científica que sea una mera compilación de hechos. Hay una fábula de Karl Popper tan transparente como, a menudo, desoída: Supongamos, nos dice, que alguien quisiera consagrar su vida a la ciencia. Imaginemos que, en consecuencia, se sentara ante su mesa de trabajo, dedicándose durante veinte, treinta, cuarenta años, a anotar en cuadernos y más cuadernos todas sus observaciones. Podemos suponer que este eficaz recopilador no dejara de consignar dato alguno: la humedad atmosférica diaria, los resultados de competiciones deportivas, nivel de radiación cósmica, cotizaciones de bolsa, situación de Marte, etc. Terminaría sus días dejando el más cuidadoso y completo registro de la naturaleza conocido hasta la fecha. Al morir con la paz de la certeza de una vida bien empleada, dejaría sus libretas a una Sociedad Científica. ¿Podría ésta afirmar, en rigor, que había heredado un legado científico?

La Ciencia, para serlo, busca un orden tras de las apariencias de la Naturaleza y este orden debe ser descubierto. Incluso, podría decirse, es necesario crearlo. Lo que se ve, tal como se ve, no es más que desorden. ¿Cabe pensar, se pregunta Bronowski, que cuando Kepler enunció que los cuadrados de los períodos de revolución son proporcionales a los cubos de los ejes mayores de las órbitas, llegó a esta conclusión tras elevar al cuadrado y al cubo cuanto tuvo alrededor? Ciertamente que no. Imaginó, concibió diferentes modelos e imágenes, algunos ya olvidados, buscó sus leyes a través de virtuales metáforas y cuando, entre esos sueños, encontró aquéllas no hizo sino dar un paso más, entre otros tantos egregios (recordemos, por ejemplo, la fascinante concepción kekuliana del benceno y su génesis mental) en busca de la unidad de la Naturaleza, de esa «unidad en la variedad» en que Coleridge cifra la belleza. Lo otro, la recopilación y memorización de datos está tan lejos de ser Ciencia como lo está un buen diccionario de ser una pieza literaria.

Y, desde el punto de vista del acto educativo, es imprescindible huir de esa enseñanza meramente compiladora no sólo por las razones que se acaban de apuntar, sino porque induciríamos en el alumno una triste forma de concebir la Ciencia, esterilizándolo para siempre frente a la consecución de uno de los frutos capitales de ese acto educativo: fomentar la creatividad y, con ella, la esencia del espíritu científico. También aquí Bronowski, en una de sus conferencias en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (7) nos propone un ejemplo feliz. Los occidentales que han intentado escalar el Himalaya, dice el científico polaco, han regresado de sucesivas expediciones, con un modelo más revelador de la verdad geográfica, además de traernos noticias sobre las dudosas huellas del hombre de las nieves. El hombre occidental, habituado no sólo al manejo de instrumentos de medida, sino a organizar

(7) J. BRONOWSKI: Véase *Ciencia y valores humanos*, Lumen, Barcelona, 1968.

científicamente sus ideas en torno a lo observado, puede asociar, por ejemplo, una imagen de un determinado fenómeno a otra alcanzada tiempo atrás. Pero, para los escaladores nativos que los acompañan, cada cara, ladera o valle, aun siendo familiares, son algo aislado e inexpresivo. Eric Shipton describe esta incapacidad asociativa y creadora recordando su intento de escalada ascendiendo hasta ver el Everest desde su parte sur, visión inédita para él, pero no para su sherpa Angtarkay, quien, durante años, había sido pastor en aquella zona. Tanto uno como otro poseían encuadres aislados de una misma cosa, el Everest. Pero sólo uno de los observadores, el capacitado para ello, compuso las piezas del rompecabezas asociando las dos imágenes y elaborando un modelo. El sherpa no elaboró esa identidad que, en cambio, admitió cuando su compañero de escalada se lo hizo notar. Y cabe preguntarse, ¿cuántos sherpas no salen año tras año de nuestras aulas, cargados de noticias y datos, de imágenes inconexas, pero sin la formación necesaria para ser capaces de interpretar y crear?

Al reflexionar sobre esta capacidad de interpretar y crear, fomentando en el discente el establecimiento de correlaciones, llegamos, de forma natural, a un centro de interés de gran relevancia en la educación científica del mundo, sobre el que comienzan a proyectarse reuniones y simposios a escala internacional y con facetas en todos los niveles educativos. Nos estamos refiriendo a la concepción interdisciplinar de la ciencia y de la educación y enseñanza a ella asociadas. Se trata, en pocas palabras, de ir en busca de sistemas educativos no ya exclusivamente multidisciplinares (yuxtaposición de disciplinas diversas, incluso sin conexión nítida entre ellas, matemáticas e historia, por ejemplo), o pluridisciplinarias (yuxtaposición de disciplinas más directamente emparentadas, física y química, por ejemplo), sino fecundamente interdisciplinares, que valoren la interacción existente entre disciplinas distintas, y que puede ir desde la simple comunicación de ideas hasta la Integración mutua de conceptos, de epistemología, terminología, metodología, tanto en la enseñanza como en la investigación.

No se busca así barrer la idea de la cada vez más necesaria especialización, sino precisamente llegar en plenitud a ella. Es, en definitiva, la búsqueda de un lenguaje común a las diferentes parcelas de conocimiento que se pretende integrar. Este modo de pensar se trasluce, con toda claridad, a través de la siguiente recomendación, basada parcialmente en el Informe del Grupo de trabajo «Ciencias» del Seminario de Gränna, celebrado en 1971 [(8), véase también (13)]:

«La enseñanza de las Ciencias debería facilitar a los alumnos experiencias e instrucción que contribuyeran a una comprensión e interpretación correctas del hombre, de su entorno físico y biológico y de su interacción con él. Esas experiencias incluirían sus responsabilidades hacia el resto de la humanidad y del entorno en que ellos mismos se encuentran» (9).

Un sistema convencional, construido sobre la idea de ciencias enseñadas aisladamente, que ignora sus aplicaciones en el ámbito social, excluye ciertamente algunos aspectos importantes de ese objetivo.

En efecto, debe observarse a través de los intentos de enseñanza interdisciplinar que se vienen realizando, tanto en Europa como en América [véan-

(8) Seminario Internacional de formación para el desarrollo y evaluación de programas. Gränna, Suecia, 1971.

(9) ¿No se conseguiría así lo que Laín define como hombre culto: «Persona que, instalada en el nivel de su tiempo, sepa dar razón intelectual del mundo en que existe?»

se, por ejemplo, las ponencias de Della Santa en ocasiones recientes (10)] que esa vía de acercamiento al conocimiento humano en el dominio que ahora nos ocupa, se inscribe de forma natural en la línea general de la evolución biológica que, ciertamente, ha transcurrido siempre a través de procesos de complejidad creciente: del átomo a la molécula, de la macromolécula a la célula y hasta la biosfera, incluyendo sistemas que son otros tantos «integrones», término acuñado por Jacob para designar unidades propias a diversos niveles de organización. De esta manera, el acercamiento interdisciplinar al mundo científico en el que vive inmerso, permite observar al alumno de Ciencias que el todo no es sencillamente una suma de partes, forma de pensamiento que, desdichadamente, puede ser inducida por algunos sistemas educativos más o menos tradicionales.

A lo largo de esta visión calidoscópica de la problemática que presenta la enseñanza de las Ciencias, no es posible detenernos en comentar siquiera brevemente los diferentes métodos que se han propuesto para la organización de una Ciencia Integrada (tampoco es aconsejable entrar en criterios matizadores sobre la propia nomenclatura de esta metodología). Baste indicar que la mayor parte de aquellos métodos se han centrado, bien sobre contenidos, bien sobre procedimiento, habiéndose propuesto dos grupos de acercamiento (11):

Acercamiento a través de elementos comunes:

- Concepto (proyectos conceptuales comunes).
- Procedimiento (métodos, técnicas, medios de encuesta comunes).
- Cibernética (lenguaje formal común).

Acercamiento por situación:

- Reflexión sobre la problemática (contaminación del agua, por ejemplo).
- Tecnología.
- Situaciones reales.

En este sentido no se puede prescindir de mencionar explícitamente, por su relevancia, el Proyecto que, sobre Enseñanza Integrada de las Ciencias de la Naturaleza, ha sido elaborado por el Instituto Pedagógico de Ciencias Naturales (IPN) de la Universidad alemana de Kiel. Incluye la preparación y ensayo de unidades integradas, elaboradas por el IPN para la física, química y biología (cfr. 11). Se considera del mayor interés, en el marco de las modernas Ciencias de la Educación, el Proyecto de la Universidad de Kiel y otros análogos, sobre todo de cara a un hecho sociológico esencial: la urgente necesidad de que, a nivel universitario, se prepare a un profesorado encargado de la docencia en los niveles medio y primario, en creciente expansión, pensando que, para muchos de nuestros estudiantes, la formación que allí reciban será la que los configure como «hombres» con las capacidades de

(10) E. DELLA SANTA: Ponencias para el Comité de Enseñanza General y Técnica del Consejo de Europa, Universidad de Exeter (G. B.), septiembre de 1974, y en el «Seminario sobre Enseñanza Interdisciplinar de las Ciencias», Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Santiago de Compostela, septiembre-octubre de 1975.

(11) a) K. FREY, P. HÄUSSLER: *Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze*, Bericht über das 4. IPN Symposium Weinheim und Basel 1973, Beltz Verlag. Véase también Ponencia de K. FREY en la Reunión de Exeter, citada en (10). b) K. FREY, K. BLANSDORF: *Integriertes Curriculum Naturwissenschaft der Sekundarstufe I: Projekte und Innovationsstrategien*. Bericht über das 5. IPN-Symposium Weinheim und Basel 1974. Beltz Verlag.

relación, creación y crítica a que nos hemos referido más arriba. Fecundamente útil resulta, por ejemplo, el empleo de ideas como la de «mallas de interpretación» que ya ha mostrado su valía en la didáctica de las Ciencias. Recordemos la utilidad de las «unidades de Spreckelsen» construidas sobre modelos fundamentales de interpretación, interacción, conservación y de estructuras particulares. Como ilustración a nivel medio se presentan como tales las técnicas de medida, hipótesis y teorías de las Ciencias de la Naturaleza. Se busca frecuentemente una ilustración con ejemplos de aplicación concreta extraídos de la vida cotidiana. Así, la óptica geométrica está incorporada a la unidad didáctica «Fotografía». Se utiliza material casero para verificar la ley de Ohm y se explican e interpretan procesos fisiológicos refiriéndolos a la nutrición humana (al reflexionar sobre estos ensayos de educación en el campo de las Ciencias que, como vemos, son ya una realidad, viene a la mente el jugoso diálogo que Bronowski describe en *El ábaco y la rosa* —loc. cit.— entre el profesor Pott y el doctor Harping. En él se cita como ideal: «El estudiante inteligente está interesado en saber por qué la corriente se comporta como se comporta». Quiere saber por qué en todo el Universo las corrientes fluyen de ese modo y sólo de ese modo. Se pregunta cuál es la naturaleza de la corriente, tan fiel a sí misma, quiere saber por qué la corriente se comporta igual en un simple hilo de cobre, en los circuitos de un automóvil, en la aguja de oro de sir Edward o... Los buenos estudiantes me imponen la tarea de armonizar la ley de Ohm, de darle sentido y vincularla con respecto a cuanto han aprendido sobre los electrones, la estructura de los metales...»

Así, a través de esas unidades didácticas, el alumno no se limita a recibir información, sino que es él mismo quien descubre, o trata de hacerlo, las correlaciones que existen en la Naturaleza que, a través de la propia experiencia, se le muestra como algo simple, profundo y hermoso, recreando a través de su diálogo con un buen profesor—recordemos el placer de la recreación de que nos habla, con suma elegancia, Ortega— las leyes que rigen el mundo sensible, y comprobando con entusiasmo algo que parece dicho por un poeta, Blake, en torno a la Ciencia: «Lo que ahora ha quedado demostrado, antes sólo fue imaginado.»

A nivel primario, las Ciencias de la Naturaleza se inscriben normalmente en el marco de una «enseñanza general». Algunos centros de interés se abordan al tratar temas como «La selva», «El agua», «La Luna y las estrellas», «Las estaciones»..., incluyéndose también en ese momento contenidos de tipo literario, histórico, biológico, etc.

En el mismo orden de ideas, resulta asimismo interesante la experiencia sueca (12).

Pero también a escala universitaria se ha mostrado fértil el modo de pensar interdisciplinar. No se trata ahora, como dice Gass (13), de echar abajo una enseñanza organizada en disciplinas, sino de enseñar éstas en función de sus relaciones dinámicas con otras disciplinas y con la problemática sociocultural. Se puede hacer constar, en efecto, continúa el director del Centre pour la Recherche et l'Innovation dans l'Enseignement, que una de las razones por las que la imagen de la Ciencia llega empañada al público es porque

(12) Véase, por ej., HANS-JÖRGEN KARLSSON: Informe al Consejo de Europa en el Simposio reseñado en (10).

(13) *L'interdisciplinarité: Problèmes d'enseignement et de recherche dans les Universités*, OCDE, Centre pour la Recherche et l'Innovation dans l'Enseignement, Seminario celebrado en la Universidad de Niza. Publicaciones de la OCDE, París, 1972.

se le puede reprochar a veces su preocupación exclusiva por aplicaciones especializadas en el campo del saber, sin desarrollar paralelamente la síntesis que permitiría extraer conclusiones derivadas de implicaciones a largo plazo.

La interdisciplinariedad no se presenta, pues, como una panacea para resolver los problemas de la enseñanza superior ni de ningún otro nivel, pero sí constituye un punto de vista que permite una reflexión en profundidad, crítica y saludable sobre el funcionamiento de la institución universitaria.

Aunque, reiterémoslo, no es nuestra actual finalidad hacer una detallada reseña de lo que puede esperarse del modo de pensar interdisciplinar en cada nivel educativo, sí parece ilustrativo traer a estas páginas un esquema comparativo, transcrito libremente, de un informe de la OCDE (cf. 13), en torno a un Seminario sobre Interdisciplinariedad en las Universidades, organizado por el CERI. En él se reseña claramente cómo la idea de interdisciplinariedad a nivel superior puede constituir una buena praxis de trabajo universitario, de enseñanza e investigación a través de una concepción pedagógica innovadora.

CUADRO COMPARATIVO SOBRE LA EDUCACION INTERDISCIPLINAR A NIVEL SUPERIOR

	Enseñanza tradicional	Enseñanza interdisciplinar
Se caracteriza por ser	escolar. abstracta.	viva. concreta.
Hacia la transmisión	de un saber. de un saber anticuado.	de un saber hacer. de un saber renovado.
Para la puesta en práctica de una pedagogía	de la repetición. los contenidos.	del descubrimiento. las estructuras.
La enseñanza se construye sobre una	aceptación pasiva de esquemas académicos y definitivos del saber.	reflexión permanente de orden epistemológico y crítico.
La Universidad	se instala en un «espléndido aislamiento».	contempla los lazos Universidad, Sociedad, saber, realidad.
Impone	un sistema puramente jerárquico y un «Cursus honorum» esclerosante.	una reestructuración según criterios funcionales de conjunto de la institución.
Favorece	el aislamiento y la competencia.	la actividad y la investigación en equipo.

El equilibrio armónico implícito a una adecuada educación interdisciplinar en la enseñanza de las Ciencias supone, naturalmente, la progresiva integración y acuerdo entre tendencias más o menos hipertrofiadas en determinada o determinadas direcciones. Siendo éstas prácticamente infinitas, algunas son de especial relevancia. Así, la que denuncia en la obra ya citada el físico Leprince-Ringuet (1) bajo el epígrafe «La floración de los abstractócratas»

que retrata así: «Nutridos de abstracciones, sin haber puesto jamás la mano en la realidad, incubados en nuestras instituciones de enseñanza media o superior, hábiles en franquear barreras de exámenes..., ¿qué les falta? El conocimiento de las realidades, esas realidades densas, espesas, que no se dejan dominar por simples formulaciones abstractas y distinguidas.» Como ejemplo de esa tendencia, el catedrático de Física nuclear y miembro de la Academia de Ciencias de Francia, nos presenta la situación de la enseñanza media en su país, donde —nos dice—, aunque parece evidente la necesidad de que las matemáticas y las Ciencias experimentales no se opongan, sino que se complementen, no sucede tal. Por el contrario, «las matemáticas, más o menos modernas, son soberanas. Se desarrollan en detrimento de las Ciencias experimentales, de las Ciencias de la Naturaleza, de la Física sobre todo, y también de la Química, de la Biología, lo que desequilibra la formación, inclinando desproporcionadamente la balanza hacia la pura abstracción».

Puede apreciarse que esa situación descrita por Leprince-Ringuet tiende a salirse claramente del equilibrio interdisciplinar del que venimos hablando, donde disciplinas y contenidos deben conducir a una formación racionalmente integrada y creadora. En ausencia de ella, ¿a dónde iremos a parar? Nos dice el académico francés: «A la preparación de alumnos singulares, de muchachos de enseñanza media que pierden contacto con las disciplinas que corresponderían a sus centros de interés naturales: la aviación, la radio, la fotografía, el espacio. No nos dedicamos a desarrollar en ellos el sentido de la observación, habilidad experimental, aptitud frente a un problema concreto.»

Ahora bien, puesto que la situación límite que nos ha presentado Leprince-Ringuet, ha llevado incidentalmente a reflexionar sobre el papel de la matemática, si queremos dejar constancia de que, a nuestro juicio, hay dos juicios especialísimos en torno a los cuales debe girar la estructura educativa. Nos estamos refiriendo al idioma propio y a las matemáticas.

Respecto al propio idioma, creemos que nunca se insistirá lo suficiente en la necesidad de erradicar de las aulas situaciones reflejadas por frases que todos oímos con desdichada frecuencia: «Sé eso, pero no sé como expresarlo.» Tras de expresiones como ésta, o bien se afirma algo que no es cierto, o se confiesa una impotencia: lo que no se expresa bien es porque está mal concebido, y viceversa, lo confuso no admite ser bien expresado. ¿Cuántas veces al día no oímos enervantes repeticiones de latiguillos que comienzan así: «Bueno...», «es decir...», «o sea...»? Deberíamos recordar, y esforzarnos en seguir el consejo de Rutherford cuando decía a sus estudiantes que no puede decirse que un trabajo de investigación esté concluido mientras no esté claramente redactado. Y, sin embargo, como subraya Lázaro Carreter (14), en nuestro país se piensa con frecuencia que la preocupación por el idioma deben sentirla tan sólo los estudiantes «de letras», idea errónea que suele ir acompañada de otra creencia igualmente falsa, la de que el aprendizaje del idioma propio se produce de una manera natural, sin que exija del individuo más que una aptitud pasiva, meramente receptora. Se trata, nos dice el académico de la Española, de una creencia funesta de la cual son víctimas, en primer lugar, los estudiantes. Puede asegurarse, continúa, que el pavoroso porcentaje de fracaso en los estudios es consecuencia de un desconocimiento de propio idioma que produce, como efecto, la imposibilidad de entender y hacerse entender. Los planes de estudio de los países europeos de más alto

(14) F. LAZARO CARRETER: *Lengua Española*, Anaya, Salamanca, 1974.

nivel cultural han comprendido claramente esto, concediendo al estudio de sus respectivas lenguas una importancia máxima. Esto, creemos, es de particular interés en el mundo educativo de las Ciencias que, como dice Condillac, «son lenguajes bien contruidos», es decir, otras tantas estructuras para expresar contenidos específicos. En tal sentido, y dentro del marco interdisciplinar de la educación integral, toda ejercitación de lectura, prácticas de exposición oral por parte de los alumnos y redacción de informes o memorias de trabajos prácticos, tesinas —no hablemos ya de tesis—, etc., son factores que deben contribuir poderosamente a la plena formación científica del hombre.

En cuanto al otro pilar de la enseñanza de las Ciencias, al que ya se ha aludido más arriba, no parece necesario insistir en las razones que, de forma general, hacen que los planes de estudio así lo entiendan en la mayoría de los países. Resulta obvio reiterar, una vez más, el carácter formativo implícito en el pensamiento lógico de la matemática. Ahora bien, no debemos olvidar que estamos reflexionando sobre la enseñanza de las Ciencias, sobre la educación científica, y ya hemos tenido ocasión de comprobar que, por importante que sea una materia o disciplina, un alejamiento monodireccional y exclusivista de la misma o de alguna de sus proyecciones puede suponer, salvo en los casos que específicamente lo exijan, una deserción de aquel ideal de integración equilibrada en la enseñanza de las Ciencias. Las palabras que se han comentado, al hablar del abstractocratismo, son paradigmáticas. En un ensayo elaborado, con motivo de serle concedido un importante premio en reconocimiento a su labor docente e investigadora en el campo de las Ciencias, se lamenta el profesor Laidler, de la Universidad de Ottawa, de algunos síntomas que detecta en la enseñanza. Dice Laidler: «En mi opinión, la matemática tradicional se mostraba superior a la nueva matemática en este aspecto. A muchos de los que explicamos materias científicas en la Universidad nos resulta obvio un claro deterioro, respecto a tiempos pasados, en las aptitudes o habilidades para manejar problemas científicos de índole matemática...» La nueva matemática posiblemente sea ventajosa para estudiantes llamados a cultivar este campo, pero no tanto para otros que precisan estos conocimientos desde un punto de vista más práctico. Este acercamiento pragmático es preferible para el alumno que se dirige a la Ciencia o a cualquier otro campo donde la resolución de un problema es objetivo importante.

No creemos que esta opinión implique una drástica postergación de las nuevas matemáticas en la formación de alumnos «que no van a ser matemáticos». Las nuevas concepciones son fértiles y altamente valiosas, y así viene a reconocerlo Laidler. Se piensa, en cambio, que es preciso destacar claramente la necesaria búsqueda de un pragmático equilibrio que huya de tendencias límite, del tipo que fueren, que con sus irrupciones pendulares en el mundo de la educación, pueden provocar situaciones como las descritas por Laidler (*loc. cit.*) en las que estudiantes universitarios de áreas científicas, manifiestan un lamentable y trágico desconocimiento del instrumental matemático más simple.

Otro riesgo de las tendencias rígidamente monodireccionales o exclusivistas puede ser detectado en diversos ambientes educativos de países distintos. Se refiere a la hipervaloración de lo numérico, de lo formalmente expresable en guarismos. Especialmente en el campo de la técnica. Si esencial resulta la resolución numérica de un problema, el alumno que busca rutinariamente, aun con brillantez y rapidez, pero formalmente, ese número, sin

pararse a pensar en los conceptos o aspectos que —no siempre cuantitativos— subyacen tras la problemática abordada, adolecerá de un grave déficit en su formación científica. En parecidos términos, Laidler (*loc. cit.*) propone como ejemplo de equilibrio el modo de pensar de la Química, de contenidos puente, por ejemplo, entre la metodología eminentemente cuantitativa de la Física y ciertas parcelas de la Biología, con notorio trasfondo cualitativo. Se piensa, una vez más, que la metodología de la moderna Química, ampliamente interdisciplinar, puede constituir para todos, profesores y alumnos dedicados al vasto mundo de la ciencia, un claro ejemplo de armonía entre los estrictamente cuantitativo (recordemos que ya hace más de cien años Bunsen afirmaba: El químico que no es físico, no es nada), abordable a veces de forma rutinaria y mecanizadamente programada, y los conceptos e ideas que son el verdadero fundamento y origen de los subsiguientes formalismos numéricos. Recordemos los fecundos lazos, cada vez más fuertes, que a través de conceptos e ideas se van tejiendo entre el mundo de la Matemática y el de la Biología o Medicina, con instrumentación física o química. No es casual que ya se hable de la necesidad de incluir un más amplio substrato fisicoquímico en los currículos y planes de estudios de esas áreas científicas.

Después de las líneas que anteceden, podría sospecharse que, en una programación abierta y generosamente interdisciplinar de la enseñanza en el campo de las Ciencias estaría la solución a toda su compleja problemática. Esto es tanto como suponer el hallazgo de la piedra filosofal.

Y eso, al margen de otro tipo de riesgos.

En efecto, si esa búsqueda a ultranza de planteamientos interdisciplinarios conduce al educador a buscar exclusivamente lo motivador, «lo actual», lo de «mayor interés social», etc., el daño que puede hacerse a la eficaz y racional enseñanza de las Ciencias será irreparable, al conllevar la postergación, cuando no la pura eliminación u olvido, de los contenidos más áridos o menos atractivos de una disciplina o área de disciplinas. Este caminar cuesta abajo, huyendo de lo que supone serio esfuerzo intelectual, este olvido de lo que se ha llamado «pedagogía del esfuerzo», puede implicar graves consecuencias en la formación intelectual de alumnos de materias científicas. Una excesiva proliferación de materias opcionales, sin que su posible y deseable elección esté incardinada en una adecuada coordinación curricular, puede suponer (de hecho está sucediendo en algunos países. Cfr., por ejemplo, 6) un descenso alarmante del estándar educativo de una comunidad en razón, una vez más, de la tendencia a soslayar los temas o materias que suponen un mayor esfuerzo intelectual.

Ahora bien, pese a estos riesgos, creemos que aquellos factores positivos que entrañan una racional formación interdisciplinar en el área de las Ciencias, irán incorporándose progresivamente a los sistemas educativos a escala universal. Pero, eso sí, de nada servirá que el sistema educativo, la programación o currículos sean más o menos tradicionales o innovadores, de una tendencia matizadora o de otra, si no se cuenta con la clave del arco educativo: el profesor. Sólo un profesorado competente, con vocación y entusiasmo por la enseñanza, que se sienta cerca de la problemática educativa en sus múltiples facetas (curriculares, extracurriculares a través de Seminarios, trabajos prácticos o, sencillamente, a través del diario contacto con sus alumnos), será capaz de acercarnos más y más a esa Sociedad culta y humana a la que nos referíamos al principio de estas líneas en las que, seguramente, ni están todos los problemas que son ni, probablemente, son todos los que están (pro-

blemática como la de la enseñanza en el Laboratorio, tecnología educativa en el área de las Ciencias, etc., serían otros tantos centros de interés que precisarían, individualmente, tratamiento específico). Pero si queremos expresar nuestro convencimiento de que sólo un buen profesor puede conseguir, en cualquier nivel, una eficaz educación científica en la que, una vez más no importa insistir, lo formativo prevalezca sobre lo informativo. Recordemos finalmente, a este respecto, que hace pocos años el Comité McPherson de la Universidad de Toronto, al apuntar las seis posibles funciones del profesor universitario —aunque, *mutatis mutandi*, podría generalizarse a cualquier nivel— establecía prioridades que suponen, por ejemplo, un primer y segundo lugar para: a) capacidad en cuanto a facilitar una visión general de una temática; b) contagiar a los alumnos su entusiasmo por la materia tratada, y c) mostrar a los alumnos el modo de abordar un problema, mientras que la capacidad de «transmitir información» figura en sexta posición, después de la «facultad para mostrar puntos de vista específicamente personales del profesor».

Al fin, lo que el Comité McPherson propone es algo que, mejor o peor sistematizado, ha sido reiterado tantas y tantas veces en el ámbito de la educación: lo primero es el hombre. Y, más que hacer del mismo un frío receptor de datos, debemos buscar su armónica e integral formación. Algo muy sencillo que una egregia figura del pensamiento universal nos dejó dicho hace ya muchos años: «Es más importante el camino que la posada.»

No seamos, pues, proclives a la autosuficiencia pretendiendo mostrar la posada a nuestros alumnos en cada recodo del camino. Sigamos el consejo cervantino conformándonos con enseñarles a recorrer esa andadura común. Sólo así les seremos útiles a ellos y a nosotros mismos.