

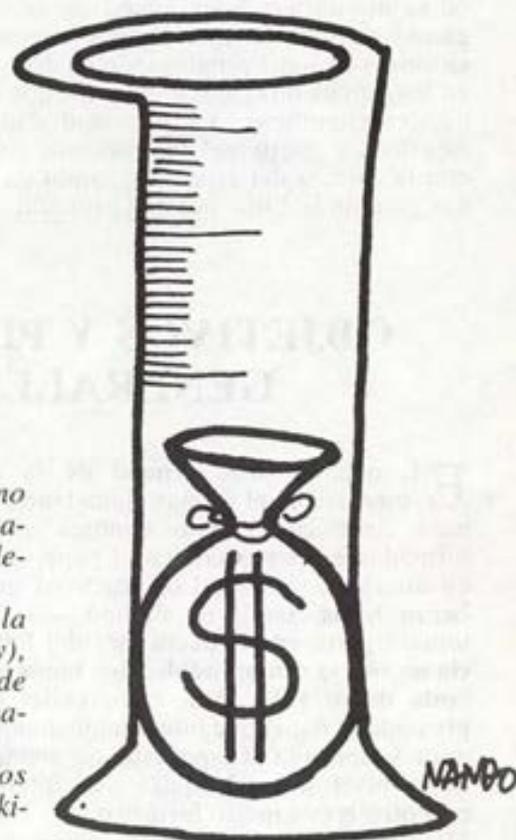
EDUCACION EN LAS CIENCIAS PARA EL SIGLO XXI

por James Connor

JAMES CONNOR vino el verano pasado a La Coruña. Su aportación al IX Congreso PM fue alegre, activa y enriquecedora.

JIM CONNOR es profesor de la N.Y.U. (New York University), Físico, «Master» en Didáctica de las Ciencias y Doctor en Educación.

JIN es feliz cuando da clase a los niños de las escuelas neoyorkinas.



ESTE título, un tanto pretencioso, se justifica por el simple hecho de que las decisiones importantes en los campos político, económico y científico en el próximo siglo serán tomadas por los alumnos que hoy están en nuestras clases. Algunos de ellos llegarán a ser hombres de ciencia, otros no; pero la forma en que eduquemos a ambos grupos en el aspecto científico será de capital importancia en los años 2000. Y éste es un problema con el que debemos enfrentarnos. Puesto que no es lógico educar a la gente para una situación indeterminada, nuestra única posibilidad es «adivinar inteligentemente» el futuro.

LAS ideas que se exponen se refieren no sólo a los Estados Unidos, sino también a todos los países desarrollados. El mundo del subdesarrollo, aunque con problemas bastante diferentes hoy, habrá superado las diferencias a final de este siglo y podrá evitar el caer en los errores cometidos por las naciones hoy desarrolladas.

El papel de la ciencia en el mundo entonces será también muy diferente al de hoy: será más dinámica y social, más importante y responsable, más integrada e individualizada. Estos términos, no elegidos al azar, se justificarán

más adelante; antes quizá convenga repasar brevemente el desarrollo de la educación científica en lo que va de siglo en los EE.UU. No conviene olvidar la historia para no caminar a la deriva.

A principio de siglo, la educación científica en la escuela estaba determinada por las exigencias de la Universidad y, naturalmente, dividida en las asignaturas tradicionales. Tras la guerra mundial se centró la atención sobre la ciencia en general y los aspectos tecnológicos y prácticos de la misma. Esta situación duró hasta después de la segunda gran guerra, cuando se volvió a insistir en la

división en asignaturas. La gran conmoción que para la nación americana supuso en 1957 el lanzamiento del ruso Sputnik I se tradujo en un control mucho más fuerte por parte de las universidades, y nacieron los primeros programas por asignaturas para la escuela secundaria (1). A nivel de educación básica, los distintos programas se basaron con bastante fidelidad en las teorías sobre el aprendizaje de determinados psicólogos (2). Por los años 60 se dio un giro hacia objetivos más humanistas, utilizando estructuras psicológicas menos rígidas, y desde entonces se sigue progresando en ese sentido, sobre todo en los cursos ofrecidos a alumnos que no siguen especialidades científicas. La prioridad dada a la formación científica a partir del lanzamiento del Sputnik finalizó con la carrera del espacio, cuando en 1969 los americanos pisaron la Luna por vez primera.

OBJETIVOS Y PLANES GENERALES

EL objetivo más general de la educación en las ciencias es el formar ciudadanos con una adecuada base científica. Y esto significa que deben estar informados e interesados en el papel que la ciencia juega en nuestra sociedad. Los objetivos más inmediatos deberán hacer sentir al alumno —a ése que votará y tomará parte en las decisiones del futuro— que **la ciencia no sólo es comprensible, sino también una parte importante de su vida**. Para comprender esto deberá estar presente el papel que internacionalmente juega la ciencia pura y aplicada. Como esto no siempre ha sido sentido a nivel general, quizá sea interesante clarificarlo con otro breve inciso histórico.

Mientras la ciencia moderna tiene ya cuatro siglos de existencia, los cambios sociales han llegado mucho más tarde, y no a partir de la ciencia pura, sino de sus aplicaciones tecnológicas. La fusión entre ambas comenzó hacia 1851, cuando se construyó el primer edificio de acero; el Palacio de Cristal para la Exposición de París. La revolución industrial inglesa del siglo anterior no tenía una raíz en la ciencia, sino fundamentalmente en el desarrollo de las tradiciones tecnológicas precientíficas que existían en la Europa occidental desde mil años antes. Pero desde 1860 la tecnología comenzó a fundamentarse en bases científicas y aparecieron las industrias químicas, eléctricas y metalúrgicas. Pronto siguieron otras muchas que llevaron a las industrias nucleares y petroquímicas de hoy. A la vista de los grandes problemas a los que habrá que enfrentarse en el próximo siglo, debe tenerse en cuenta esta poderosa amalgama de ciencia y tecnología. Primero deben concretarse los problemas, para después ver cómo la ciencia y la tecnología pueden participar en su solución. Este es el mayor reto para la educación de ciencias: **¿Cómo pueden tomar conciencia la comunidad científico-tecnológica y el ciudadano medio de los problemas sociales y sus implicaciones tecnológicas?**

Pero hay otro problema que viene de la mano de éste: ni los profesores de ciencias han visto con suficiente claridad esta fusión de ciencia y tecnología, ni se le ha explicado a la opinión pública. El interés se ha centrado en estériles discusiones sobre la ciencia pura, tan ideal e intangible como irreal. De esto se sigue otro fracaso importante de los profesores de ciencias: hasta hace muy poco no ha habido una manifestación clara de la respon-

sabilidad social del científico respecto de los problemas que hay que resolver y las soluciones posibles a considerar. Un tercer fracaso está en la planificación: se han hecho muy pocos planes con visión de futuro, cosa que hoy es muy importante.

La cuestión es: «¿Qué planes de ciencias hay que elaborar ahora, que preparen al alumno para el siglo próximo?»

Hay que hacer hincapié en los planes generales porque, aunque los programas, de asignaturas están bien pensados, el enfoque general no lo está tanto. A veces se cambia casi por cambiar. Pero ahora es una exigencia que escojamos entre las distintas posibilidades para conseguir lo mejor para el año 2000.

Intentaré predecir en qué se centrará la educación en las ciencias en los próximos años, los métodos generales y los programas resultantes en los distintos niveles.



(1) Entre otros, en física PSSC, en química CBA, CHEM Study; en biología BSCS cuyos textos han sido traducidos y editados en castellano (N. del T.).

(2) S-APA, fundamentado en Gagné, SCIS en Piaget, ectétera. Cf. TEACHING AREA CIENCIAS EXPERIMENTALES, N.º 1, 2 y 4 (N. del T.).

UNA CIENCIA MAS DINAMICA Y SOCIAL

LA mayoría de los problemas con que el mundo se enfrentará en los próximos veinticinco años probablemente estarán relacionados con la población y la alimentación. Si continuamos como hasta ahora, pronto habrá mucha gente a la que alimentar y poca comida para alimentarla. A consecuencia de la explosión demográfica se origina la contaminación del medio ambiente, el agotamiento de los recursos naturales y las necesidades energéticas crecientes. Están ahí también los problemas de la pobreza, la guerra, el desarrollo cultural y la misma planificación del ocio (los problemas relativos a la propagación de enfermedades por innutrición y falta



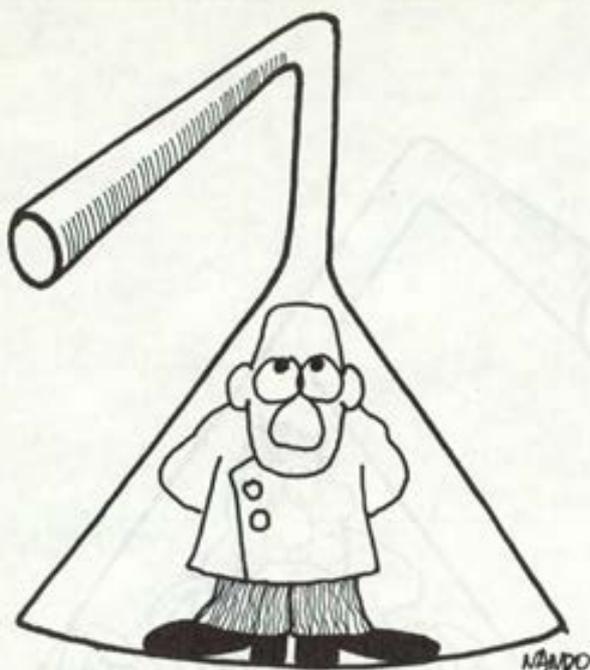
de medicamentos deben preocupar también especialmente a los países desarrollados). Otros problemas como los relacionados con el mejoramiento de especies y la experimentación en genética humana serán también cuestiones éticas importantes en el próximo siglo. **La ciencia y la tecnología unidas deben intentar buscar solución para todos estos problemas tan pronto como sea posible.**

Debe verse la dinámica interrelación entre la ciencia y la tecnología. Cada una afecta las transformaciones de la otra y a su vez le presenta exigencias. Cuando la sociedad solicita una solución tecnológica, son los investigadores científicos quienes primero deben considerar el problema, las soluciones posibles y los efectos a largo plazo. Por ejemplo, hace veinte años se predijo un hambre a escala mundial y la colaboración de científicos y técnicos puso en marcha la «revolución verde», salvando a millones de personas de la inanición. No terminó ahí la cuestión, porque en seguida surgieron una nueva generación de insectos y enfermedades de plantas. Y el precio para el mundo no era solamente el dinero para la investigación, sino también los costos de los inmensos sistemas de irrigación y las grandes cantidades de fertilizante que se necesitaban. Actualmente se presentan otros problemas, derivados de los fertilizantes, que, por una parte, van a parar a los ríos y arroyos, contaminándolos, y, por otra, se elaboran a partir del petróleo, cada vez más caro.

UNA CIENCIA MAS IMPORTANTE Y RESPONSABLE

POR tanto, la ciencia se enfrenta a nuevos problemas buscando nuevas soluciones, pero esto debe hacerse de una forma responsable. Cada problema ofrece distintas alternativas de solución, algunas de las ▶





se pidan cursos de ciencias que tengan sentido en su mundo y su contexto.

A nivel elemental creo que se hará un énfasis en el enfoque de **la ciencia es divertida** evolucionando hacia **la ciencia es interesante** y **la ciencia tiene sentido**. Este último estadio se hará importante a medida que los educadores sientan el valor de la experimentación científica como instrumento de autorrealización de los niños. Esta experimentación se hará más necesaria en niveles intermedios en la medida en que los educadores vean cuántos niños no alcanzan todavía el nivel de razonamiento abstracto de Piaget hasta años más tarde. A partir del bachillerato, el énfasis deberá cambiar hacia aspectos más abstractos que relacionen a las ciencias entre sí. Para los científicos y técnicos del futuro estas relaciones comenzarán con cursos de asignaturas interconectadas como bioquímica o astrofísica y continuarán con problemas relacionados con aspectos sociales. Para los no científicos, las ciencias deberán estar relacionadas entre sí y con los problemas sociales por medio de cursos sobre oceanografía, geología y ciencias de la Tierra. Luego vendrán nuevos cursos sobre sociología y filosofía de la ciencia que establecerán la relación con las humanidades, y por aquellos que subrayan los aspectos económicos y políticos de la ciencia. Los recursos para llevar a cabo la educación en ciencias en los distintos niveles pueden también cambiar radicalmente en los próximos veinticinco años. Habrá una tendencia hacia la **individualización del aprendizaje** con técnicas de enseñanza programada, con cassettes y computadoras, etcétera. La investigación actual sobre teoría del aprendizaje a nivel sociológico, psicológico y neurológico conducirá con su desarrollo a rápidos avances en tecnología educativa. El equilibrio deberá establecerse con unas **relaciones más estrechas** entre estudiantes y entre estudiantes profesores.

En resumen, si la educación científica va a jugar el papel importante que se pide de ella en los próximos veinticinco años, deberán primero explicitarse los problemas con los que se enfrentará la sociedad. Para resolverlos, debe enfocarse la ciencia entrelazada con la tecnología, como algo dinámico que facilita opciones a una Humanidad responsable que siente su propia escala de valores. Para conseguirlo, los recursos y las clases deberán reflejar la integración, la implicación social y los avances en el conocimiento científico y educativo. De ello cabe esperar ciudadanos mejor preparados científicamente y más responsables.

James CONNOR

cueles pueden ser muy peligrosas y esto obliga a una elección responsable. Esta dependerá de varios factores, como la posibilidad de disponer de nuevas técnicas y de una seguridad no siempre fácil de tener. Si el problema a resolver se desarrolla rápidamente, y no se han efectuado pruebas a largo plazo, el problema de la elección se hace más y más difícil. Por ejemplo, aunque el DDT puede ser un poderoso contaminante, se considera más importante su valor en el control de la malaria. Aún es más difícil la elección si se trata de los residuos nucleares. Muchos creen que son demasiado peligrosos para experimentar con ellos de ninguna forma. Otro criterio es el económico: ¿Cuánto dinero está dispuesta a invertir una compañía, una nación o el mundo en la investigación y el desarrollo necesario para mantener una cierta calidad de vida?

La opción responsable que lleva a probar y adoptar una tecnología determinada depende de la escala de valores de las personas que toman la decisión. La «revolución verde» podría no haber existido y no haberse usado el DDT si las naciones desarrolladas así lo hubieran valorado. Los gobiernos promulgan leyes contra la contaminación cuando la valoración que el pueblo da a la pureza del aire y del agua se convierte en algo más importante que los intereses de las industrias. De la misma forma no se puede considerar al científico como un mero buscador de la verdad aséptica con exclusión de otros valores. Aunque puede sostenerse teóricamente esta posición, es totalmente irreal como sería irreal el pedirle a alguien que estudie mientras sufre un dolor físico.

UNA CIENCIA MAS INTEGRADA E INDIVIDUALIZADA

MÁS que continuar refiriéndonos a problemas y objetivos de los próximos veinticinco años, quizá sea mejor aceptar el reto de predecir los cambios que tendrán lugar en los programas de ciencias. En general estos programas deberán enfrentarse de un modo realista con los problemas de la sociedad. Entonces, además de ampliarse el panorama de conocimientos, se exigirá una **amplitud mayor** que la de los programas centrados en asignaturas características del pasado reciente y una **vuelta a una integración mucho mayor**, tanto entre las ciencias entre sí como entre las ciencias y las humanidades. Esta última integración se necesitará más adelante también en el bachillerato y Universidad, aunque ahora

