

## **PONENCIA EN EL SENADO**

**Ponencia sobre la situación de las enseñanzas científicas en la educación secundaria,  
constituida en el seno de la Comisión de Educación, Cultura y Deporte  
23 de abril de 2003**

### **LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA**

**Pedro García Barreno**

**de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**

Vaya por delante el agradecimiento a la Comisión de Educación del Senado por afrontar una tarea de enorme dificultad y trascendencia: ayudar a la Nación a decidir donde quiere ir en cuestiones de educación en matemáticas, ciencias y tecnología. La “culturización científica” —que se ocupa de ciencia, matemáticas y tecnología— debe ser un objetivo central de la educación.

Una premisa fundamental es que la escuela no debe enseñar más y más contenido. Debe centrarse en lo que es esencial en el conocimiento científico y enseñarlo con la mayor eficacia. De acuerdo con ello, la recomendación para construir un cuerpo común de enseñanza y de aprendizaje se limita a las ideas y tareas que tienen mayor relevancia científica y significado educativo; ello, para lograr una culturización científica de los ciudadanos del futuro. Unas recomendaciones enraizadas en la creencia de que un ciudadano con una base científica adecuada es aquel que asume que la ciencia, las matemáticas y la tecnología son ingrediente primordial de la empresa humana, con sus claroscuros; que comprende los conceptos básicos y los principios de la ciencia; que no extraña el mundo natural en el que está inmerso y reconoce su diversidad y, a la vez, su unidad; y, sobre todo, que utiliza el conocimiento científico y los modos del pensamiento científico para propósitos personales y sociales. Ello, independientemente, del oficio que desempeñe en el futuro.

Como pasos previos deben hacerse las siguientes consideraciones. Primero y para asegurar la formación científica básica de «todos» los estudiantes de la escuela secundaria, deben cambiarse los currículos a efectos de reducir la cantidad del material y de las especificaciones ahora cubiertas; reducir o eliminar las rígidas fronteras impuestas entre materias; insistir machaconamente en las conexiones y no en las separaciones, primero entre ciencia, matemáticas y tecnología, y, más importante, con los otros dominios del conocimiento. Es preciso presentar la empresa científica como un compromiso social que influye y es influenciado por el pensamiento y la acción de la humanidad. En segundo lugar, la enseñanza eficaz de la ciencia, matemáticas y tecnología deberá ser consistente con el espíritu, el carácter inquisitivo y los valores de la ciencia. Ello pretende una aproximación a base de preguntas sobre los fenómenos y no pretender la

memorización de respuestas; también, acostumbrar a los alumnos en el uso de hipótesis, la recopilación y utilización de pruebas y el diseño de investigaciones y de procesos. Y no olvidar —tal vez lo más importante— estimular al alumno hacia la curiosidad y la creatividad. En tercer lugar, tales objetivos deben desarrollarse de manera integrada; una mejora enfocada sobre las necesidades de aprendizaje de todos los jóvenes, cubriendo todos los grados escolares y todas las áreas docentes, comprometiendo a todos los integrantes y a todas las esferas del sistema educativo, y reclamando la financiación pública durante décadas. Por último, tan ambicioso plan debe reclamar la colaboración de administradores, profesores universitarios y líderes de la sociedad civil; de los líderes de los empresarios, de los sindicatos y, fundamentalmente, políticos. También, de los profesores de enseñanza secundaria, de los padres y de los propios estudiantes.

No existen razones válidas —intelectuales, sociales o económicas— para renegar de la posibilidad de que todos los jóvenes obtengan una capacitación básica en ciencia, matemáticas y tecnología. Todo lo que se necesita es un compromiso nacional, determinación y un compromiso para trabajar juntos hacia la consecución de un objetivo común, garante del porvenir de las futuras generaciones.

Las recomendaciones que siguen constituyen un cuerpo central, básico, de enseñanza-aprendizaje en el área de la biología para todos los jóvenes, independientemente de sus circunstancias sociales y sus aspiraciones de futuro, y se basan en los criterios de utilidad, responsabilidad social, valor intrínseco del conocimiento, valor filosófico y enriquecimiento personal. Las recomendaciones se estructuran en dos capítulos: biosfera y el organismo humano.

---

## **BIOSFERA.**

La gente siempre ha tenido curiosidad por las cosas vivas: cuántas especies hay, cómo son, donde viven, cómo se relacionan y comportan. Todos los organismos vivos, incluidos los humanos, contienen los mismos componentes, exhiben las mismas transformaciones energéticas y se mueven utilizando las mismas fuerzas básicas. Se proponen recomendaciones sobre el conocimiento básico acerca de cómo funcionan los organismos vivos y cómo interactúan entre ellos y con el medio en el que viven. Ello enfocado en seis temas principales: biodiversidad, el mecanismo de la herencia, la célula, la interdependencia de la vida, el flujo de materia y energía a través de los grandes ciclos biológicos, y la evolución biológica.

**Biodiversidad.** Hay millones de especies diferentes. Los biólogos clasifican los organismos en una jerarquía de grupos y subgrupos sobre la base de semejanzas y diferencias en sus

estructuras y comportamientos. Los reinos vegetal y animal. Procariotes y eucariotes. Organismos uni y pluricelulares. Definición de especie. La importancia de la biodiversidad.

**Herencia.** La transmisión de los caracteres hereditarios y las mutaciones. La emergencia de nuevas especies. Los genes. Reproducción asexual y reproducción sexual.

**Células.** Teoría celular. Estructura y función celulares: membrana, citoplasma, organelas citoplasmáticas, núcleo. El ADN: genoma. Enzimas y proteínas estructurales. Comunicaciones intracelular e intercelular. La organización celular en tejidos y en órganos.

**Interdependencia biológica.** Relación presa/predador. Parásitos y comensales. Ecosistemas.

**Flujos de materia y de energía.** Ciclo de la materia orgánica. Ciclos biológicos del carbono y del nitrógeno. Cadena alimentaria. La interrupción del flujo energético: combustibles fósiles.

**Evolución biológica.** El origen de la vida. El registro fósil. Extinciones. La teoría de la evolución.

## **EL ORGANISMO HUMANO.**

Tan similares como somos los humanos a otras especies en muchos aspectos, somos únicos entre las diferentes formas de vida sobre la tierra por nuestra capacidad de hablar y de pensar. Habiendo desarrollado un gran y complejo cerebro, nuestra especie tiene la capacidad de pensar, imaginar, crear y aprender de la experiencia, de tal manera que excede, con mucho, al resto de las especies. Utilizamos tal capacidad para crear tecnologías, literatura y trabajos artísticos, y para desarrollar teorías que permiten la comprensión científica de nosotros mismos y del universo. Y somos también únicos en nuestra profunda curiosidad sobre nosotros mismos. Seis aspectos humanos recogen las recomendaciones: la identidad humana, el ciclo vital, las funciones orgánicas básicas, consciencia, habla y aprendizaje, y bienestar personal (salud física y mental).

**Identidad humana.** La especie humana como identidad biológica, social, cultural y tecnológica.

**El ciclo vital.** Fertilización, embriogénesis y nacimiento; incidencia ambiental. Infancia, juventud y adolescencia. Madurez y paternidad. Envejecimiento.

**Funciones básicas.** Necesidades energéticas: alimentación y respiración. Eliminación de residuos: riñón. El sistema cardio-circulatorio. Defensa: piel y sistema inmunológico. El sistema endocrino. El sistema nervioso. Reproducción.

**El cerebro.** Consciencia, habla, aprendizaje.

**Salud física.** Dieta: hábitos alimentarios. Ejercicio físico. Prevención de enfermedades: higiene, vacunas, tabaco y xenobióticos. El control del medio. Infecciones: bacterias y virus. Vías de contagio. Sida. Los sistemas de salud.

**Salud mental.** Estrés. Comportamiento. Hábitos. Estupefacientes/Drogas. Enfermedades psiquiátricas. Demencias en el anciano.

---

Vivimos en una era de logros científicos y técnicos sin precedentes. Nuestras vidas se han transformado por los ordenadores, por los logros médicos, por las sondas espaciales y por un sin fin de otros cambios. Aun así, a pesar de su importancia, los numerosos desarrollos de la ciencia y de la tecnología permanecen ignorados por millones de personas. Los ciudadanos apenas han oído nombrar los semiconductores, la ingeniería génica u otros muchos acontecimientos que están cambiando sus vidas. Ante esta situación, el editorialista científico Ben Patrusky señala *que la indiferencia para comprender el desarrollo científico es más preocupante que la ignorancia.*

La indiferencia supone un verdadero reto para la sociedad democrática que tiene que hacer frente y tomar decisiones ante temas como el sida, las drogas, la defensa nacional, la tecnología médica, la fuentes de energía o las comunicaciones, que involucran al sistema de ciencia y tecnología. ¿De que manera pueden los ciudadanos tomar partido y los políticos actuar razonadamente en temas que desconocen? La economía requiere la excelencia científica y tecnológica de la industria y de la investigación, en temas punteros como la óptica, la biotecnología o la microelectrónica. La competitividad internacional en ciencia y tecnología es, cada vez, más fuerte; la capacidad de empleo y prosperidad personales así como el desarrollo comunitario, dependen de ellas. De cara a las próximas décadas, el conocimiento de la ciencia y la tecnología ha dejado de ser una curiosidad para convertirse en una necesidad.

*En estos días de problemas y soluciones tan complejas* —escribe Thomas Kean, periodista y exgobernador de New Jersey, EE. UU.— *es esencial que todos comprendamos las leyes de la naturaleza a través de la información científica para poder abordar las leyes de los hombres.* Como apuntó Frank Press, expresidente de la Academia Nacional de Ciencias de EE.UU., *...con la esperanza de que los mundos científico y profano se aproximen un poco más.* El resumen de la situación actual, referida a los avances de la medicina, la plasma con claridad el Prof. David Weatherall, Profesor emérito de Medicina en la Universidad de Oxford: *El papel, cada vez más importante, de la ciencia en la provisión de los cuidados médicos junto con la dificultad y lo*

*complicado de los factores sociales y éticos asociados, que orientarán la capacidad para determinar el futuro, exigen de todos nosotros una mayor preparación científica. Los políticos deben comprender los rudimentos de la evidencia científica, y la sociedad, en su conjunto, debe estar suficientemente informada para poder participar en el debate de las complejas repercusiones que, continuamente, derivan del avance de la investigación biomédica. Esta sensibilidad hacia el conocimiento debe comenzar en la escuela, donde la formación científica debe ocupar un lugar relevante.*

Los problemas más serios a los que la humanidad hace frente son de carácter global: explosión demográfica, lluvia ácida, deforestación y esquilmación de recursos, contaminación ambiental, cáncer, enfermedades infecciosas y desnutrición, inequidad de la riqueza y el riesgo de conflictos bélicos en relación con el emergente choque de civilizaciones; la lista es larga y alarmante. El futuro depende en gran medida en la sabiduría con que los humanos utilicen la ciencia y la tecnología, y ello depende, a su vez, de las características, de la distribución y de la efectividad de la educación que la gente recibe.

La mayoría de la población no tiene capacitación científica o son analfabetos funcionales desde el punto de vista científico, tecnológico y matemático. La reversión de la situación requiere un sistema escolar suficientemente dotado, maestros cualificados, administradores eficaces y un currículo apropiado. Insisto en que las escuelas no tienen que enseñar más tiempo ni más contenido, sino enfocar los esfuerzos a las cuestiones fundamentales y a mejorar la enseñanza. Una verdadera reforma educativa en ciencia, tecnología y matemáticas, que sacuda los cimientos de la hoy vigente, exige un esfuerzo colaborador en el que participen las comunidades educativa y científica, la tecnológica y la industrial; pero ello sólo será posible con el compromiso público. No existen —repito machaconamente— razones válidas intelectuales, sociales o económicas, por las que no puedan transformarse el sistema educativo en aras a conseguir la capacitación científica de todos los estudiantes. Lo que se exige es el compromiso, la determinación y la voluntad de trabajar juntos hacia objetivos comunes.

El futuro va a ser bien distinto del pasado y aún del presente. Nada escapa a esta marea que a todo afecta. Hay que establecer metas comunes desde la convicción de nuestra responsabilidad solidaria respecto de las futuras generaciones. El fundamento del nuevo orden debe ser el convencimiento de que las iniciativas e instituciones humanas tan sólo tienen razón de ser si sirven a los hombres todos. Esencial en tal empeño es que los valores nazcan como parte de la renovación interior de cada ser humano y nunca impuestos por otros. A la vista de todo ello, la educación de jóvenes y de mayores en un proceso continuo a lo largo de la vida, así como el

constante acceso a mayor conocimiento, son ingredientes fundamentales para potenciar un mayor sentido de responsabilidad y una mayor capacidad de respuesta por parte de los ciudadanos de todos los países más o menos desarrollados. El hombre moderno es consciente de que necesita criterios para poder ejercitar coherentemente los valores que proclama.

La tarea es inmensamente difícil, tanto más porque si bien la educación ha coadyuvado de manera indiscutible a las grandes transformaciones sociales, al desarrollo económico o al progreso científico y tecnológico, la educación en sí misma, en cambio, nunca ha logrado romper dramáticamente con sus propios enfoques y prácticas del pasado. En ese continuo, la educación juvenil ha ido dejando de ser la cenicienta para configurarse en la mayor esperanza del sistema educativo; el bachillerato, que sigue siendo la mayor oportunidad para una formación cultural integral en humanidades, ciencia y tecnología, es uno de los aspectos peor tratados. La transformación tiene que producirse, esta vez, de abajo hacia arriba, desde una reconversión de cada uno de los centros educativos; su excelencia es un condicionamiento básico en estos planteamientos.

*Una generación educada en libertad tendrá esperanzas más amplias y audaces de las que nosotros tuvimos. No somos nosotros —afirmaba B. Russell a pocas líneas de concluir su «Ensayos sobre educación»— sino los hombres y mujeres libres que formemos, quienes pueden contemplar un mundo nuevo. Mil temores obstruyen el camino hacia la libertad. Y el temor a la ciencia, matemáticas y tecnología es uno de los más sólidamente instaurados.*

Gracias Señorías por su bondad de atenderme, y por la generosidad de su tiempo que espero hayan invertido y no gastado.

Paz y Bien.