

Enseñanza de la ciencia en Venezuela: un reto al futuro

Drs. Gioconda Cunto de San Blas, Enrique Planchart

Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas

El hombre contemporáneo y su relación con la ciencia

El hombre, por su inventiva y creación ha progresado en el dominio de la naturaleza de forma tal que los avances científicos en la última mitad de este siglo superan en calidad y cantidad a todos los avances logrados en 40 mil años previos, desde la aparición del Homo sapiens. Este espectacular crecimiento exponencial de la ciencia y sus aplicaciones ha traído profundas consecuencias en todos los campos de la vida humana, desde los cotidianos y domésticos que afectan a una persona y a su entorno familiar, hasta los más refinados que involucran decisiones de Estado. No cabe duda de que estamos viviendo la era de la ciencia, con problemas distintos que requieren nuevas maneras de resolverlos. Más aún, muchas de las innovaciones científicas y tecnológicas traen consigo un cuestionario de normas éticas en vigencia por siglos, por todo lo cual podemos asegurar que los hombres y mujeres de esta época somos testigos y actores privilegiados de una revolución que está sacudiendo las fundaciones de nuestra sociedad.

Ahora bien, esta revolución tiene como protagonistas a un puñado de científicos, tecnólogos e ingenieros que apenas representa una fracción mínima de la población general (3 548 por millón de habitantes en Japón; 2 685 en Estados Unidos; 1 632 en Europa; 209 en América Latina; 53 en África). Pero ¿qué pasa con el grueso de la población general? ¿Percibe lo que está pasando a su alrededor? ¿Es una población medianamente culta en materia científica? ¿Es capaz de entender las implicaciones sociales y éticas de ciertos avances científicos? ¿Puede, como ciudadanía consciente y educada, proponer líneas de acción en determinados desarrollos tecnológicos que implican cambios sociales de importancia?

Primero, definamos qué es y por qué tener una
Presentado en la Academia Nacional de Medicina el 26 de enero de 1995

cultura científica. La curiosidad, en su definición más simple, es el deseo de conocer.

Comenzando por responder a las necesidades prácticas de la vida, el hombre en su curiosidad ha avanzado hacia actividades más complejas, a descubrir las leyes que rigen el universo, a elaborar mecanismos que le permitan sacar más provecho de su entorno, a la vez que a saciar la sed de conocimientos y promover la capacidad de construir sobre lo ya conocido que es tan propio de la naturaleza humana. Con el fin utilitario colectivo pero a la vez con un sentido estético y de realización personal, la curiosidad humana se convierte así en ciencia y se elabora como un sistema que es hoy uno de los pilares de la sociedad moderna. De allí que el hombre moderno, para comprender el mundo en que vive debe tener cierta cultura científica. Según la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (2) eso quiere decir:

- Estar familiarizado con el mundo natural, reconociendo su diversidad y su unidad.
- Entender los conceptos fundamentales y los principios científicos.
- Darse cuenta de la interrelación existente entre las matemáticas, la ciencia y la tecnología.
- Saber que la ciencia, las matemáticas y la tecnología son empresas humanas, lo que implica fortalezas y limitaciones.
- Tener la capacidad de pensar con rigor científico
- Usar el conocimiento científico para propósitos individuales y sociales.

De acuerdo con datos publicados (3) sólo 6 ó 7 por ciento de los adultos británicos o norteamericanos pueden considerarse medianamente culto en ciencia. Aun conocimientos básicos parecen desconocidos: menos de la mitad del público norteamericano y sólo un tercio del británico sabe que la Tierra gira alrededor del sol una vez al año, concluyéndose que

“en dos de las más viejas y prominentes democracias, por lo menos 9 de cada 10 ciudadanos carecen de suficiente cultura científica que les permita entender y participar en la formulación de políticas públicas en un segmento muy importante de sus agendas políticas nacionales”. En contraste, esos mismos países se llevan un alto porcentaje de premios Nobel (más de 140 en el caso de Estados Unidos) y otros reconocimientos internacionales en materia de progresos científicos y tecnológicos. Por otro lado, tenemos el ejemplo de Japón y más recientemente, Corea, Taiwán y Singapur cuyos crecimientos económicos son notables. En cuanto a contribuciones científicas (medidas en función de premios Nobel y publicaciones científicas), el aporte es modesto, a pesar de lo cual, los inventores japoneses obtienen más patentes en Estados Unidos que Francia, Reino Unido y Alemania juntos.

Este éxito tiene una de sus raíces en la política educativa japonesa (y de los otros países asiáticos mencionados) de estimular el nivel de destreza matemática y científica de todos sus estudiantes y de la población general, además de tener programas permanentes de reentrenamiento técnico a los trabajadores a medida que los progresos tecnológicos modifican las condiciones de trabajo. Estas evidencias surgieron que la masiva culturización científica y tecnológica podría ser tanto o más importante para el bienestar nacional que los logros de una élite científica (4,5). De allí que la discusión sobre la cultura científica de un país deba hacerse en dos planos distintos: el nivel general de conocimientos científicos de la población y la importancia de generar un grupo numeroso de investigadores científicos.

Siendo la situación general tan poco halagüeña en países con mayor tradición y desarrollo ¿cuál es la situación de la enseñanza de la ciencia en un país como Venezuela, con tantos problemas sociales y educativos? Esta pregunta y sus posibles respuestas y proposiciones son el tema de este ensayo.

Venezuela: algunos elementos de su sistema educativo

Los estudiantes

A partir de 1958, Venezuela optó por ampliar la cobertura de los servicios educativos a todos los niveles, bajo la premisa de establecer una educación para la democracia y para la formación de recursos humanos. Así, por ejemplo, podemos decir que si en el año escolar 1955-56 la matrícula correspondiente

a los 6 grados de primaria representaba el 66% de la población entre los 5 y los 12 años, en el año escolar 1987-88 esta cifra se había incrementado al 90% (6). En términos económicos, el presupuesto del sector Educación para 1992 alcanzó 140 mil millones de bolívares, representando el 16% del presupuesto nacional [Plan Decenal para el mejoramiento de la Educación Venezolana - PDMEV 1993] (7), uno de los más altos de América Latina (8) aunque por debajo de países desarrollados como los Estados Unidos, Canadá, Francia, Suiza, Suecia e Italia (9). De esta forma, el Estado venezolano aparenta cumplir con la obligación constitucional de asegurar el acceso a la educación y a la cultura, sin más limitaciones que las derivadas de la vocación y la aptitud (Art. 78 de la Constitución Nacional), lo cual ha sido presentado como una de las grandes realizaciones de nuestra sociedad en los años democráticos [Comisión Presidencial para el estudio del Proyecto Educativo Nacional- CPEPEN- 1986] (10).

No obstante, persisten importantes problemas. El analfabetismo de la población entre 15 y 24 años alcanza el 12%, con una cifra concreta de más de un millón doscientos mil analfabetas (10). La población no está siendo bien educada: en una prueba internacional sobre desempeño en la lectura, tomada en 32 países, los niños venezolanos de 9 años se ubicaron en el último lugar y los de 13 años sólo superaron a 4 países ubicándose ligeramente por encima de los niños de Nigeria, Zimbabwe y Bostwana (8). Subsiste el problema de la deserción escolar: de 100 estudiantes que ingresan a la educación básica, sólo 47 concluyen el 6º grado y de cada 100 que inicia el 7º grado, sólo 25 egresan como bachilleres en la universidad nacional con mayor rendimiento (Universidad Simón Bolívar), sólo el 17% concluyen sus estudios 5 años después (7% en otras universidades nacionales) (9), 26% 6 años después (8). Citando a Ugalde (11) es una lamentable ficción la creencia que en la década de los sesenta, Venezuela logró la revolución educativa gratuita, laica y generalizada. Seguimos engañándonos, en una sociedad donde más de la mitad de la población no termina la educación básica de 9 grados, donde la secundaria o diversificada retrocede cualitativa y cuantitativamente por descomposición.

Los docentes

Es obvio que la piedra angular del sistema educativo la constituye el maestro. Si no hay buenos docentes, de poco sirve que existan excelentes planes, programas, edificaciones o equipos. De ahí que en

la preparación, selección y mejoramiento permanente de los docentes esté la base de la educación ya que nadie puede enseñar lo que no conoce. El Estado tiene en consecuencia la obligación de asegurar la debida formación del número necesario de profesionales para las funciones docentes en aula, directiva y técnicas de apoyo en los planteles educativos y para la gerencia y supervisión del sistema. En la práctica, sin embargo, hay numerosos factores que atentan contra el debido cumplimiento de este deber. El crecimiento explosivo de la matrícula provocó la incorporación de muchos docentes sin vocación y sin preparación suficientes, además de que la Ley Orgánica de Educación, promulgada en 1980, estableció que la formación de los docentes se debe hacer en los institutos de educación superior y como consecuencia, se tomó la errada decisión de cerrar todas las escuelas normales cuando las universidades no habían abierto los programas para la formación de los docentes que se ocuparían de las dos primeras etapas de la educación básica, ni estaban preparadas para asumir esa delicada y trascendental función (todavía no lo están, como veremos más adelante) (12). Testimonios de todas estas deficiencias son los resultados de las pruebas de aptitud académica del Consejo Nacional de Universidades (CNU) que demuestran que los bachilleres aspirantes a ingresar a los institutos pedagógicos y a las escuelas de educación tienen las puntuaciones más bajas en relación con bachilleres que aspira a otras carreras (10). Además, el sistema universitario de selección envía a las carreras pedagógicas no sólo a aquellos pocos (11,2 % en 1992-93 según datos de la OPSU Oficina de Planificación del Sector Universitario) que las escogen como primera opción, sino también a aquellos estudiantes que no habiendo solicitado ingresos en esas carreras, tampoco han sido aceptados en otras en razón de su bajo rendimiento académico (12). Es decir, la selección es más exigente en carreras más populares (comunicación social, por ejemplo) en las que se exigen índices académicos superiores a 18 puntos (sobre una escala de 20 puntos) que en carreras pedagógicas (que deberían ser tanto o más rigurosas), con exigencias de apenas 12 puntos (OPSU), bajo un absurdo criterio “comercial” de oferta y demanda. En consecuencia, las personas en cuyas manos están las funciones docentes son en su gran mayoría quienes menos provecho obtienen de la educación; es decir, quienes enseñan son, cada vez más, quienes menos aprendieron en los años que pasaron por la educación formal (9).

¿Cuál es entonces la calidad de los egresados? Resultados de concursos de oposición para el ingreso de docentes al servicio de la Gobernación del Estado Mérida (12) revelan que de los docentes graduados (86% de ellos con títulos universitarios) que participaron en las pruebas, 42% fueron descalificados en la prueba eliminatoria de comprensión de lectura, redacción y ortografía, considerándoseles de hecho como analfabetas funcionales. La pregunta que surge es cómo estas personas aprobaron alguna vez el 6° grado de lo que fue la educación primaria y mucho más, cómo la Universidad les otorgo títulos de Licenciados, nada más y nada menos que para dedicarse a la educación de nuestros niños y adolescentes. No podemos menos que reflexionar que la población venezolana actualmente entre 22 y 36 años de edad —es decir, en plena edad productiva— se formó en un sistema educativo en el que se aprobaban los cursos de educación primaria sólo por asistencia, sin importar el rendimiento académico; esto en virtud del malhadado Decreto N° 197 del 19/11/69 publicado en la Gaceta Oficial del 20/11/69, vigente hasta el 13/7/76.

La política de diplomar en estudios superiores a los docentes de preescolar, se ha traducido en beneficios apreciables sobre el progreso académico de los estudiantes (a juzgar por los resultados ya discutidos) o en las tasas de repitencia (23%) y deserción (53%) en la escuela básica (8). En el caso de los docentes de educación media, éstos deben tener un conocimiento más profundo de la asignatura que enseñan. En el caso particular de las ciencias, se presentan dificultades para que los profesores se mantengan al día en sus conocimientos, aunque conozcan bien las técnicas pedagógicas a las cuales se ha dado una exagerada importancia en la formación de los docentes en comparación con el tiempo que se dedica a la formación general o científica. Así se vive la ilusión docente de saber cómo enseñar sin saber qué. Típicamente, una estudiante de nuestros Institutos Pedagógicos que aspire a ser profesora de matemática en bachillerato, dedica solamente una tercera parte de su tiempo de formación a las matemáticas y áreas afines, otra tercera parte a la formación general y otra tercera parte a materias pedagógicas, con el agravante de que estas materias son vistas de manera puramente teórica, con muy poca práctica supervisada en una escuela o liceo. Prueba de este desequilibrio se presenta cuando alumnos exitosos, egresados de los Institutos Pedagógicos con buenas calificaciones, quieren

continuar estudios de postgrado en enseñanza de las ciencias en universidades prestigiosas del exterior, siendo a menudo rechazados por su escasa formación científica o en su defecto, sometidos a un año de estudios de nivelación.

La distorsión en la formación del maestro y del profesor de bachillerato le hace imposible cumplir a cabalidad su función en cuanto a enseñanza de la ciencia y la matemática, con el agravante de que resulta mucho más difícil y costosa la capacitación y actualización de docentes en ejercicio en temas de ciencia y matemática que en métodos pedagógicos. Esto parece ser bien comprendido en países como Alemania, Japón o China donde la formación pedagógica se adquiere en ejercicio supervisado, pero la formación científica es tan sólida que en general, no se requieren programas ulteriores de capacitación y sólo de actualización en estas áreas. La tendencia actual en muchas universidades de EE.UU es similar: las escuelas de educación tienden a convertirse en escuelas de postgrado para alumnos que han completado estudios en otra disciplina, y la formación en esas escuelas hace obligatoria la práctica docente supervisada, al menos durante la mitad del tiempo de su carrera.

Otra tendencia actual en EE.UU es a escuchar más la opinión de científicos, asociaciones científicas, academias y universidades, sobre lo que se debe enseñar en ciencias en la escuela y sobre la formación de los docentes. Las recomendaciones para la presentación en matemática de los maestros de esa disciplina, hechas por The Mathematical Association of America establecen que desde su introducción “el maestro de matemática ideal en las aulas de los años 90 debe ... poseer conocimientos y entender la matemática a un nivel considerablemente más profundo que el nivel a enseñar”. Después de una enorme cantidad de recomendaciones sobre el entrenamiento que deben tener los futuros maestros de matemática (que incluyen el uso de nuevas tecnologías y el uso de calculadoras y computadoras), el reporte establece como requisitos mínimos para maestros que van a enseñar en pre-escolar y primera etapa de educación básica (kinder a 4° grado), nueve cursos de un semestre universitario de contenidos de matemáticas con tópicos generales como naturaleza y uso de los números, geometría y mediciones, patrones y funciones, recoger, representar e interpretar datos. Para los futuros maestros de 5° grado se recomienda incluir un mínimo de 15 cursos universitarios de un semestre de matemática que cubran los

tópicos de concepto de número y relaciones, geometría y mediciones (geometrías euclidiana y no euclidiana), álgebra y estructura algebraica, probabilidad y estadística, conceptos de cálculo.

Finalmente, para los que van a enseñar los grados 9° al 12° (nuestra enseñanza media diversificada), la recomendación equivale a una licenciatura en matemática.

Tan importante como las materias que se enseñan a los futuros maestros, es la forma cómo se enseña. En el documento “Curriculum and Evaluation for School Mathematics” (14) se dice textualmente: “Cómo enseñar matemática es tan importante como lo que se enseña. La habilidad de los estudiantes de razonar, resolver problemas y usar la matemática para expresar sus ideas, se desarrolla sólo si ellos se dedican activa y frecuentemente a este mismo proceso”. Las mismas consideraciones son válidas para la enseñanza de las ciencias. La formación de nuestros maestros está muy lejos de satisfacer estas recomendaciones mínimas.

En su etapa inicial, el Instituto Pedagógico de Caracas (IPC) no cayó en los vicios descritos anteriormente. De él salió gente muy bien preparada en ciencias, humanidades y otras disciplinas. Sus profesores fueron escogidos entre los intelectuales y científicos más notables del país. Basta recordar que la fundación de la primera Facultad de Ciencias del país, que fue la de la Universidad Central de Venezuela (UCV) fue posible por contar con numerosos profesores de alto nivel egresados del IPC. Los alumnos del Pedagógico hacían obligatoriamente prácticas docentes en el Liceo Aplicación y otros. Las materias de pedagogía no impedían la formación científica del alumno.

El exceso de pedagogía y la distorsión que se ha venido discutiendo se deben a diversos factores. Uno tiene que ver con posiciones gremiales: la necesidad de distinguir bien la carrera docente de las demás carreras universitarias para poder limitar el ejercicio profesional y conservar la cuota correspondiente al gremio en el mercado de trabajo, impidiendo de esta manera que profesionales de las ciencias, ingenieros, técnicos, médicos, abogados, y en fin, tantos especialistas compitan con los docentes de carrera, a pesar de la sólida formación actualizada en sus materias que tienen aquéllos. Esta mediocridad de conservar privilegios de un grupo, ha llevado también a la mediocridad de los Institutos Pedagógicos y Escuelas de educación de

las Universidades. Ya no es posible que sus profesores sean reclutados entre los científicos e intelectuales más notables del país. Si hoy día, exprofesores del Instituto Pedagógico como Mariano Picón Salas, Augusto Mijares, Augusto Pi Suñer, Angel Rosenblat, por citar sólo cuatro, quisieran colaborar en la formación de nuestros maestros (en pregrado o en postgrado) no podrían hacerlo porque no tendrían el llamado "Componente Pedagógico" en su formación.

De este modo, la actividad gremial que ha nacido de una legítima defensa ante abusos patronales diversos, ha conducido a una mediocridad sistemática y progresiva de los profesores de ciencias.

Esto a su vez han sido visto con indiferencia por la comunidad científica como si no fuese de su incumbencia: peor aún, sólo provoca la queja despectiva al pobre nivel de los alumnos que ingresan a las universidades, no haciéndose ningún esfuerzo real por cambiar la situación o intervenir en el asunto. Esto, aunado a la incomprensión de las necesidades de formación de maestros y profesores, hace que la comunidad científica actúe como un cómplice tácito. Un buen ejemplo de lo anterior es la decisión que tomó la Universidad Simón Bolívar, bajo la presión de su comunidad científica, de cerrar las carreras de Docencia en Matemática y Docencia en Física, que tenían un alto contenido científico para formar profesores de secundaria de calidad. El argumento utilizado fue que el coste de esas carreras distraía fondos necesarios para la investigación y otras actividades internas de la Universidad. Nunca se evaluó su necesidad ni el impacto que podrían tener a largo plazo.

Elemento adicional de la calidad docente es el relativo a la poca remuneración que perciben los docentes, todo lo cual estaría incidiendo en una pobre motivación para trabajar con entusiasmo y en una desvalorización social de la profesión docente que ha perdido relevancia y prestigio (10). No es de extrañar entonces la presunta deserción masiva de docentes de las aulas (según datos publicados en la prensa nacional, unos 34 mil docentes en los últimos seis meses del años 1993 (15). A esto se añade el déficit actual que significa la necesidad de incorporar de 106 mil a 144 mil nuevos docentes graduados en la especialidad de Educación Integral hasta el año 2000, es decir, un promedio anual entre 7 600 y 10 000 nuevos docentes, previendo el aumento de la población en edad escolar o los requerimientos de reemplazo por edad y jubilación, promoción a otros

cargos, traslado a otros sectores, retiro permanente o temporal del trabajo, muerte, etc. (6) Esta cifra parecería excesivamente abultada e imposible de lograr pero recordemos que antes de la eliminación de los Ciclos Diversificados de Formación Docente llegaron a egresar más de 8 500 maestros anuales entre los años 79 y 82.

Politización del sistema educativo

Otro factor que ha afectado negativamente la educación venezolana ha sido el clientelismo provocado por la excesiva influencia de los partidos políticos en todas las instituciones públicas responsables de la acción educativa, conduciendo a desvirtuar la selección de personal idóneo o la promoción de quienes han demostrado capacidad y dedicación. El control partidista del sistema educativo ha sido buscado por las organizaciones políticas y, de hecho, por los gobiernos de turno. Con demasiada frecuencia, en los documentos oficiales se encuentran frases que delatan el compromiso: uno de ellos es "educación para la democracia". Siendo el Ministerio de Educación una estructura del Estado de la cual depende un número increíblemente grande de personas (300 000 empleados, muchísimos más que los de la industria petrolera), resulta inevitable que tal estructura sea codiciada y controlada por las organizaciones políticas y que sea puesta al servicio de intereses muy distintos a la educación.

A primera vista podría parecer que la descentralización y la desconcentración del sistema corregirían estos problemas. Pero es solamente una ilusión porque lo que está sucediendo es que las nuevas estructuras estatales siguen conectadas estrechamente con las estructuras políticas locales. El auge de los proyectos educativos regionales en Mérida, Bolívar, Monagas o Aragua y el relativo éxito de las mismas se debe a la voluntad política local, especialmente de los respectivos Gobernadores que en tales casos han estado muy interesados en la educación. Pero es obvio que tal esquema es muy frágil ya que la voluntad política del Gobernador puede cambiar, bien por cambio de la persona que ostenta el cargo o por cambio de sus intereses políticos. Por ende, en Venezuela la descentralización no impide la infiltración partidista en el sistema educativo. El cambio tiene que darse en la propia estructura del sistema educativo, regional o nacional, que lo independice totalmente de la estructura de poder político pero que le de fuerza para funcionar. La desconcentración y la descentralización tendrían

que llevarse a nivel de la propia escuela y de su comunidad educativa y las decisiones respecto al personal, cumplimiento, sanciones, recompensas, etc., deberían ser tomada por la Dirección de la escuela con apoyo de la comunidad educativa, lo cual en buena parte está contemplado en la vigente Ley Orgánica de Educación. Por qué esto no se cumple en la práctica sería motivo de otro ensayo.

Ciertamente, podríamos también aplicar a Venezuela el severo juicio que la Comisión Americana sobre Educación emitió sobre la situación educativa en aquel país: "Si una potencia extranjera enemiga hubiera intentado imponer en Estados Unidos la obra educacional mediocre que existe hoy en día, bien podríamos haberle considerado como una acción bélica" (16). Y sin duda, debemos tomar en serio el lapidario pronunciamiento del Banco Mundial sobre nuestra propia educación: "A no ser que se logre un progreso dramático que permita mejorar la eficiencia y la calidad de la educación pública en los próximos años, cerca de la mitad de la población del país cruzará los umbrales del siglo XXI armada de conocimientos y de aptitudes que son totalmente inadecuadas para mantener una posición de competencia económica exitosa en el entorno cambiante del mercado internacional. Esto podrá llegar a debilitar no sólo los esfuerzos que realiza el país para lograr un crecimiento económico sostenido sino también su empeño en obtener estabilidad y equidad social" (8).

Panorama de la enseñanza de las ciencias en el sistema educativo venezolano

En vista de la situación ya decrita en las secciones anteriores y considerando la importancia de la enseñanza de las ciencias para el mejor desarrollo de nuestro país, el Centro Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de la Ciencia (CENAMEC) y la Oficina de Planificación del Sector Universitario (OPSU) realizaron en forma conjunta un diagnóstico del nivel de conocimientos que posee el estudiante al finalizar el ciclo básico común de educación media (9° grado de educación básica) en ciencias de la tierra, física, química, matemática y uso instrumental del lenguaje (17,18). La motivación fundamental del estudio se originó en los deficientes resultados obtenidos en las pruebas de habilidad numérica y razonamiento verbal presentadas por los bachilleres aspirantes a ingresar a la educación superior, quienes además traían índices académicos que fluctuaban entre 10 y 12 puntos en el 64% de esa población, mientras que sólo el 9,8% alcanzaba

promedios iguales o superiores a 15 puntos. Estos resultados transparentaban la inquietante realidad de que los estudiantes no poseen los conocimientos mínimos requeridos para el desarrollo de los procesos cognoscitivos realizados con las habilidades mencionadas.

Los resultados (Cuadro 1) señalan un panorama desolador de la enseñanza y comprensión de las ciencias en nuestro país. En matemáticas, el promedio nacional de éxito en las pruebas estuvo apenas cercano al 10%, en ciencias de la tierra 13%; en química 15%; en biología 20%; en física 22%; en uso instrumental del lenguaje 56%. Si bien los colegios privados lograron promedios superiores a los institutos públicos, aun así se consideran deficientes, no sobrepasando en ninguna materia (salvo lenguaje) el 32% de éxito en las pruebas. Se encontró también una marcada diferencia por sexo a favor del masculino, salvo en la prueba de lenguaje. Una conclusión importante de este estudio consistió en evidenciar que el nivel de conocimientos responde a un modelo de instrucción memorístico, observándose un bajo porcentaje de estudiantes con un buen nivel de razonamiento y comprensión, y una ausencia casi total de procesos de aplicación y análisis.

Para analizar cuál es la situación de los mejores alumnos, se estudiaron los resultados del examen de admisión a la Universidad Simón Bolívar (USB) y los resultados de la Olimpiada Iberoamericana de Matemática (18). La USB tiene fama de ser un instituto exigente por lo que sólo los mejores suelen presentarse a su examen de ingreso. Aun así, la nota promedio en matemáticas entre los años 1985 y 1990 (cerca de 30 mil estudiantes examinados) osciló entre 7,93 y 9,48 (sobre 20 puntos), con una tendencia a disminuir (Cuadro 2). En la V Olimpiada Iberoamericana de Matemáticas (adonde sólo van los más talentosos, previo entrenamiento intensivo), el equipo venezolano obtuvo 74 puntos (sobre 240, es decir, 30% de rendimiento) en contraste con 166 de Argentina, 152 de Brasil y 146 de España. Las dificultades de razonamiento y total desconocimiento de la geometría fueron algunas de las causas de tan bajo rendimiento.

Con todos estos resultados debemos preguntarnos qué deben aprender nuestros estudiantes sobre temas científicos y cómo hacerlo. También por qué no se está logrando ahora y qué debemos hacer para corregir esta deficiencia, sobre todo si consideramos que vivimos en una sociedad inmersa en un mundo

CUNTO DE SAN BLAS G, PLANCHART E

Cuadro 1

Prueba diagnóstica por CENAMEC y OPSU en las entidades federales de Venezuela en el año escolar 1983-1984

Promedios por Entidad Federal
Prueba diagnóstico, escala 1 a 50 (excepto Lenguaje)

Entidad Federal	AREAS					UI Lenguaje Escala 1 a 60
	Matemática	Ciencias de la tierra	Química	Biología	Física	
Distrito Federal	11,58	14,05	13,95	17,89	18,88	42,44
Aragua	6,48	9,86	9,58	13,51	13,70	37,72
Lara	5,69	7,46	7,83	11,57	11,75	34,98
Miranda	4,83	7,06	6,81	10,78	12,63	35,33
Zulia	3,59	7,02	8,03	8,57	10,06	31,29
Táchira	4,76	6,75	6,74	9,39	11,01	29,78
Carabobo	4,75	6,78	7,10	9,46	11,25	32,35
Anzuátegui	4,67	6,72	7,67	10,72	11,90	35,38
Mérida	4,94	6,80	7,01	10,70	11,39	34,63
Bolívar	4,02	6,97	8,28	2,93	10,31	32,40
Nueva Esparta	3,67	5,62	5,84	8,24	8,67	30,30
Barinas	4,18	5,12	6,43	8,78	10,19	32,75
Falcón	3,78	4,16	6,39	7,05	9,39	32,52
Guárico	4,23	5,82	6,72	9,15	10,27	32,34
Yaracuy	3,97	0,21	6,67	10,32	10,74	35,52
Monagas	3,64	5,44	5,65	7,22	8,55	28,64
Sucre	4,89	6,24	8,19	10,25	9,85	33,17
Trujillo	3,43	4,43	4,43	7,05	8,62	29,40
Cojedes	3,25	5,62	7,25	8,85	9,85	32,60
Portuguesa	2,67	5,17	4,63	7,44	8,89	30,75
Apure	2,25	4,08	4,27	6,49	8,08	28,47
T.F. Amazonas	2,14	5,23	4,27	6,47	7,04	28,53
T.F. Delta Amacuro	1,04	3,24	4,54	4,92	8,49	27,81
Total promedio nacional	4,77	6,47	7,41	10,07	11,22	33,46

Fuente: Planchart (8)

cada vez más especializado y que se tecnifica a gran velocidad. Esto hace que el éxito de nuestra sociedad dependa en gran manera de la rapidez con que logremos asimilar tecnología y adaptarla. Para esto es fundamental la educación matemática como elemento indispensable para el desarrollo. No se puede pensar en desarrollo si nuestros obreros, secretarías, trabajadores no son capaces de hacer operaciones aritméticas simples. Pensar en el desarrollo de nuestra sociedad basándonos en un obrero que es puro músculo y poco cerebro, como se pensaba a principios de siglo, es una barbaridad que nos marginaría más de las corrientes mundiales (18).

Consecuencias de la pobre enseñanza científica a nivel básico y medio sobre los estudios

La demanda para el ingreso de bachilleres a las carreras de ciencias básicas es de apenas 1,9% del total de solicitantes (OPSU 1992-93). La distribución de graduados universitarios por áreas de conocimientos indica que en 1987 apenas el 1,6% se graduó en ciencias básicas y el 23,% en ingeniería, arquitectura y diversas tecnologías, contra casi el 40% de egresados en ciencias sociales, bellas artes y humanidades (Cuadro 3). Estos datos, comparados contra los de diez años antes, indican disminuciones en los egresos en ciencias e ingeniería y un aumento en las áreas humanísticas (8).

Estas cifras reflejan el poco valor que la ciencia tiene para los estudiantes de bachillerato. Las causas de esta indiferencia pueden ser múltiples:

- a) Las carreras tradicionales son vistas por

ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

Cuadro 2

Examen de admisión a la Universidad Simón Bolívar entre los años 1985 y 1990

Promedio en la escala de 1 al 20

Año	H.V	H.N	Mat	Fís	Quim	NEP
1985	10,93	9,84	9,48	6,76	10,80	3 854
1986	8,07	11,13	8,68	9,76	9,72	3 952
1987	10,36	8,69	8,43	4,32	6,48	4 401
1988	9,03	10,19	7,63	4,92	7,68	4 619
1989	8,16	10,99	8,07	8,40	8,08	4 452
1990	9,04	10,15	7,93	4,80	7,36	5 164
NPE	15	15	20	5	5	

NEP: número de estudiantes en la prueba

NPE: número de preguntas en el examen

H.V.: habilidad verbal; H.N: habilidad numérica

Fuente: Planchart (18)

nuestros estudiantes como instrumentos de acceso social y como tales, se han transformado en elementos de una presión social que comienza en el propio hogar. Ni siquiera los estudiantes talentosos vencedores en las Olimpíadas Matemáticas, Químicas o Físicas se dirigen hacia las carreras científicas a pesar de su evidente capacidad para cursarla (apenas 8% de los galardonados) (17).

b) Las deficiencias ya anotadas en la enseñanza y en el aprendizaje de las ciencias en la escuela básica y media llevan a la presunción de que hay que ser superdotado para seguir alguna de las carreras

científicas y a una baja autoestima en cuanto a la propia capacidad para lograr éxito en ellas.

c) La rigidez del sistema de enseñanza y aprendizaje en los niveles básicos y medio refuerza la repetición memorística de datos científicos (muchas veces anticuados) y no estimula la búsqueda de información a través de pequeños proyectos de investigación. Casi la única excepción es la llamada "tesis" de 5° año en la cual los estudiantes tienen que desarrollar un pequeño proyecto científico como requisito indispensable para obtener el título de Bachiller. Si bien la intención es loable para tratar de captar el interés de los jóvenes hacia la ciencia, estos proyectos presentan varias deficiencias:

son llevados a cabo muy tarde en el proceso de aprendizaje, cuando ya los jóvenes han decidido qué carreras tomar;

al ser realizados en 5° año, los resultados que se obtengan en términos de calificaciones no gravitan en el índice académico que es presentado ante el CNU como opción para ingresar al sistema de educación superior (sólo se toman en cuenta las calificaciones hasta el 4° año), por lo que los estudiantes no sienten la necesidad de esmerarse mucho, al no haber recompensa por el esfuerzo. Además, durante ese año, los estudiantes están atareados en la presentación de diversos exámenes de selección para optar al ingreso al sector universitario, actividad ésta que es prioritaria en ellos para asegurar su permanencia en el sistema educativo;

Cuadro 3

Distribución de graduados por área de conocimientos 1987

	Sector público	Sector privado
Número total de graduados	17 155	3 964
%Ciencias básicas	2,0	0,03
%Ingeniería, arquitectura y tecnologías	24,1	21,0
%Ciencias agrícolas	6,5	0,4
%Ciencias de salud	21,9	2,5
%Educación	14,5	7,3
%Ciencias sociales y bellas artes	29,3	67,9
%Humanidades	1,6	0,8

Fuente: Banco Mundial (8)

otro factor poco estimulante es que para la realización de esta tesis, los jóvenes no siempre encuentran entusiasmo en sus profesores quienes con frecuencia transfieren su responsabilidad en este asunto a terceras personas (investigadores científicos, ingenieros y otros profesionales) que por razones diversas —generalmente de índole personal— se animan a ayudar a los estudiantes;

la poca dotación de laboratorios en las propias instituciones docentes limita el desarrollo experimental de estas tesis.

d) La imagen de los científicos en los medios masivos de comunicación no es lo suficientemente atractiva para los jóvenes. En ellos (sobre todo en la TV y el cine), los científicos suelen ser presentados como personajes malhechores o indiferentes, rara vez benefactores y siempre con un tinte de excéntricos. Los científicos a su vez poco hacen para proyectarse dentro de la comunidad: consideran superflua la labor de extensión y de divulgación científica porque les resta tiempo para su labor específica de producción de conocimientos, sin que el eventual aporte a la divulgación les sea reconocido en términos académicos de promoción dentro de sus instituciones o a los efectos del Programa de Promoción del Investigador (PPI) del CONICIT. Así retrayéndose de su función legítima de divulgador científico, el investigador deja el campo libre al periodista científico que si bien maneja con conciencia las herramientas de divulgación, no conoce a fondo los temas científicos sobre los que escribe, por lo que una interfase entre ambos profesionales sería indispensable para la correcta transmisión de la ciencia a la población general. Los medios de comunicación audiovisuales (TV principalmente) tampoco resultan estimuladores del estudio ni mucho menos, del mejoramiento personal y colectivo a través de la educación.

e) Tampoco los investigadores se proyectan hacia el sector político, donde se toman las decisiones de Estado en relación al sector científico.

Como consecuencia, los políticos —que suelen ser poco versados en asuntos científicos— toman decisiones no siempre convenientes para el sector como producto de iniciativas propias o siguiendo las pautas de un pequeño grupo de científicos que imponen su visión personal en la materia. Todo esto conduce a un bajo perfil de los científicos en la sociedad como generadores de ideas y de políticas y como seres preocupados por el bien social, produciéndose una falta de liderazgo que contrasta con la

de profesionales en carreras tradicionales (abogados, médicos, ingenieros). Obviamente este es un elemento de desencanto en jóvenes talentosos que aspiran con legítima ambición a ocupar un puesto de relevancia en la sociedad a través del ejercicio de su profesión.

f) Un elemento adicional es la baja remuneración que percibe el científico en comparación a médicos, ingenieros, abogados, etc., exitosos, cuya dispendiosa calidad de vida es atractiva para los jóvenes, a la vez que contrastante con el mediano status del científico.

g) Si a esto añadimos que el científico debe estar en un interminable y arduo proceso de formación y actualización, cerramos el círculo de rechazo hacia una profesión altamente exigente en términos de dedicación y sacrificio y poco estimulante en términos de ascenso social.

¿Qué hacer para mejorar el desarrollo de la enseñanza científica?

Planificar la enseñanza de las ciencias

Educar no se lleva a cabo en un vacío cultural. Todo aprendizaje y toda enseñanza tiene un contexto geográfico, histórico y social: ocurre en un determinado lugar y tiempo; involucra gente con un lenguaje particular; ocurre dentro de una visión del mundo característica de una sociedad particular. Las fuerzas históricas y políticas y las presiones económicas se combinan para establecer límites a lo que debe ser enseñado en la escuela y cómo enseñarlo (19). La enseñanza de las matemáticas y de las ciencias no escapa a esta percepción. No obstante esta diversidad cultural, hay una serie de pautas (“Ciencia para todos”) que podrían considerarse universales, preparadas por el Programa Asiático de Innovación Educativa para el Desarrollo (20) y que transcribimos de inmediato:

“a) La ciencia debe ser percibida por los alumnos como materia de uso inmediato en el mundo real o con valor económico o comunitario. Debe derivarse en experiencias y usos prácticos significativos para los alumnos;

b) Debe mejorar las condiciones de vida de los alumnos o aumentar su productividad, y contribuir al bienestar de la comunidad y a lograr desarrollos nacionales importantes

c) Debe estar basada en experiencias de la vida diaria del alumno, relacionada con recursos de su mundo y debe tener aplicaciones obvias en su trabajo y su hogar;

d) Debe incluir fenómenos naturales que crearán excitación y maravilla en los alumnos;

e) Debe permitir la adquisición de destrezas útiles a ser usadas en forma inteligente;

f) Debe considerar las tradiciones culturales y sociales, complementarlas y no chocar con ellas innecesariamente;

g) Debe estimular al alumno a reconocer la importancia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo nacional;

h) Y debe enseñar a los alumnos la sabia utilización de los recursos de su medio ambiente para vivir armónicamente con la naturaleza y la sociedad”.

Aun en la etapa pre-escolar, los niños pueden ser introducidos al mundo de las ciencias como lo son al de las artes, poesía, literatura, música, a través de cuentos, canciones, pinturas, todos ellos presentados como parte natural del mundo. Quizás si esto no se hace es porque los maestros suelen ser temerosos del mundo de la ciencia (21). Y en este punto, la actitud de los científicos tiene mucho que ver con ese obstáculo. Los científicos en general han tratado de mantener su conocimiento como propio de iniciados, y al decir de Caballero (22), sacralizando la actividad científica, pretendiendo dar a quienes se encuentran inmersos en ella la condición de una casta sacerdotal, convirtiendo a los laboratorios en la forma laica y moderna de los antiguos monasterios de clausura. Por otra parte, la enseñanza de la ciencia suele ser dogmática en tanto que se enseñan “verdades absolutas” de cuya discrepancia deriva la herejía. Bajo este criterio, las nuevas concepciones se hacen difíciles de aceptar y se pierde por completo el reto principal de la actividad científica cual es la de estar en permanente revisión.

La enseñanza de la ciencia no debe limitarse a enseñar los hechos sino aprender los procedimientos para adquirir, interpretar y evaluar los conocimientos. Los principios y método científicos son esencialmente los mismos en todas partes. Es el uso que se les da lo que es específico de cada comunidad. Aquellas aplicaciones de la ciencia que coinciden con las mayores necesidades de una comunidad particular son las que deben determinar el contenido curricular y los ejemplos particulares a ser estudiados durante el curso. Es decir, los dos criterios más importantes para seleccionar el contenido curricular de un determinado curso en ciencias deben ser su potencial para desarrollar la capacidad intelectual del niño y la relevancia a su ambiente cultural y social.

Para muchos niños de países en desarrollo (entre ellos Venezuela), la educación primaria es la primera y última oportunidad de educación formal. Muchos de esos niños pertenecen a familias campesinas que viven de la agricultura, caza y pesca en remotos lugares; otros son niños en áreas urbanas depauperadas. Por lo tanto, para que estos niños perciban a la ciencia y a la tecnología como relevantes y funcionales, éstas deben ser enseñadas para que les sean útiles en la vida y en su trabajo, basándose en problemas o situaciones tomados directamente del medio ambiente natural y social del estudiante; deben enfocar conceptos básicos que los alumnos puedan relacionar con salud, nutrición, sanidad y medio ambiente, pero también, deben transmitir destrezas técnicas necesarias para el trabajo productivo. Por ejemplo, no es suficiente que el hijo de un campesino aprenda la estructura y funcionamiento de una planta de arroz o diseñe experimentos para averiguar la calidad del sol necesaria para que la planta crezca; el niño también debe aprender a aplicar fertilizantes, escoger el más adecuado, usar insecticidas y aprender nuevas técnicas de recolección.

Al nivel de educación secundaria, muchas de las consideraciones expresadas para la escuela básica tienen validez. Además, es durante esta etapa que los estudiantes se dividen entre aquéllos que necesitan especializarse en ciencias porque lo requerirán para sus estudios superiores, y aquéllos que sólo estudiarán las materias científicas como parte de su educación general. En ambos casos, sin embargo, es importante que los estudiantes adquieran una perspectiva científica de mirar al mundo y de cómo ésta se complementa o contrasta con otras perspectivas y maneras de organizar el conocimiento, así como también conocer cómo la ciencia y la sociedad interactúan, y cómo la ciencia contribuye a la herencia cultural de la humanidad (19).

A nivel de la población general, deben establecerse mecanismos que transmitan una visión atractiva de la ciencia como explicación de la realidad circundante. Programas de radio y TV, exposiciones, ferias, serían formas de acercarse a este objetivo. Una aproximación novedosa y reciente la proporciona el Reino Unido a través del “Wellcome Trust”, “The Royal Society” y la Oficina Gubernamental de Ciencia y Tecnología. En un esfuerzo conjunto se ha establecido una “Línea Científica” telefónica a la que cualquier persona puede llamar para hacer preguntas diversas sobre la naturaleza, los fenómenos científicos, etc. El interés colectivo

ha sido tal que durante los tres primeros días se recibieron más de 400 llamadas que fueron atendidas por 16 científicos. Para llamadas más especializadas se dispone también de la colaboración de 300 investigadores en todo el país que han ofrecido su ayuda para promover este servicio a la comunidad (23).

La formación de elites, por otra parte, apunta al mundo del mañana. En él, habrá menor estabilidad y mayor cambio de dirección en las carreras debido a la velocidad en que están ocurriendo los nuevos desarrollos, por lo que habrá que educar para el cambio. Habrá más tiempo disponible porque las nuevas tecnologías harán posible que las máquinas hagan el trabajo tedioso y repetitivo, por lo que habrá que educar para pensar. Las comunicaciones y el transporte harán que el mundo se encoja y que haya el peligro de uniformidad universal, por lo que habrá que educar para la individualidad (21).

El efecto Mateo

Una sólida preparación científica en la educación básica y diversificada debería producir no sólo los fundamentos para la formación de futuros especialistas sino también una población general científicamente culta y bien preparada para vivir en una edad de la ciencia. Poco después del lanzamiento del primer satélite espacial (Sputnik) por los soviéticos en 1957, el Congreso de los Estados Unidos trató de aplicar modificaciones radicales al estudio de las ciencias en los escolares americanos, gastando una suma cercana a los mil millones de dólares para estas reformas. Entre 1990 y 1992, el gobierno federal de los Estados Unidos gastó dos mil millones de dólares en programas para mejorar el conocimiento matemático y científico de sus estudiantes y de la población general, con el propósito explícito de prepararlos para los retos tecnológicos del próximo siglo. Las metas nacionales propuestas en 1990 para este plan incluían: aumento de los logros estudiantiles, mejoramiento de las técnicas pedagógicas, incremento en la participación de minorías y de mujeres en las ciencias, aumento de la capacidad pública de comprensión de asuntos científicos. Sin embargo, según un informe evaluativo de la "National Science Foundation" (24) los resultados son desalentadores ya que los aportes financieros gubernamentales para la educación científica no siempre se han ajustado a las propias recomendaciones del programa (25). Hoy por hoy los americanos todavía no pueden comprender y discutir asuntos científicos de manera inteligente, ni tampoco

han adquirido hábitos científicos como evaluación de evidencias, razonamiento deductivo y cuantificación (26). ¿Por qué? De acuerdo con este autor, muchos estudiantes no sólo carecen de estas habilidades sino que tampoco las necesitan para manejarse en sociedad. No obstante, esos mismos estudiantes cursan materias como arte, historia, literatura, música, con el objetivo futuro de usar esa información y disfrutar de ese conocimiento sin que necesariamente se conviertan en especialistas o generadores de trabajos originales en esos campos. De manera que el objetivo de enseñar más ciencia a los escolares de niveles básico y medio debe orientarse a suministrar metas factibles e interesantes para el grueso de la población a la vez que estimular a los talentosos a proseguir estudios avanzados. Quizás, la mayoría de nuestros niños y jóvenes debería recibir en ciencia algo que no sea excesivamente extenuante pero que fuera interesante, estimulante y divertido (3).

Para lograr un mejor rendimiento en la educación científica se debe empezar lo más temprano posible. Aquéllos que empiezan pronto, asimilan conocimientos a una velocidad mayor (los más ricos académicamente se hacen más ricos), lo cual conduce al llamado "Efecto Mateo", originalmente mencionado en la Biblia: "Pues al que tiene se le dará y estará en abundancia; pero al que no tiene, aún lo que tiene se le quitará" (Mateo XIII, 12). En consecuencia, una instrucción mejorada en los niveles básicos beneficiará a todos los estudiantes pero, además, conferirá grandes ventajas a los más aventajados (27).

Proyecto 2061 de la AAAS

La Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS) inició el Proyecto 2061 en 1985, el año de la más reciente visita del cometa Halley a la Tierra (28). La coincidencia sugirió el nombre del proyecto al notarse que los niños de entonces con probabilidades de volver a ver el cometa en el año 2061, estarían pronto comenzando su vida escolar. De manera análoga a lo puntualizado más arriba en este documento, el Proyecto 2061 tiende a enfatizar las relaciones de la ciencia con el mundo que nos rodea y la importancia que tiene el conocimiento científico para desenvolverse en el mundo actual. Algo diferente del Proyecto 2061 en relación a los programas convencionales del estudio de las ciencias es:

a) las separaciones entre las categorías tradicionales de materias pedagógicas son suavizadas para

dar más énfasis a las relaciones. Por ejemplo las transformaciones de energía ocurren en sistemas físicos, biológicos, tecnológicos: los cambios evolutivos se dan en estrellas, organismos y sociedades;

b) no se propone enseñar más vocabulario y detalles que en las enseñanzas tradicionales, pero en cambio deben entender ideas que provean una base perdurable para aprender más. Por ejemplo, se espera que la persona sepa que una de las funciones principales de las células vivas es la de ensamblar moléculas proteicas a partir de instrucciones codificadas en moléculas de ADN; no se espera que aprendan términos como ribosomas o transfección;

c) se recomienda incluir temas como la naturaleza del método científico, cómo las ciencias y las tecnologías se relacionan entre ellas y con la sociedad, así como episodios de la historia de la ciencia que han marcado camino (2).

El Proyecto 2061 destaca además las limitaciones del método científico, los cambios que se suceden en las disciplinas científicas, las interrelaciones entre los sistemas sociales y tecnológicos, la noción de cambios evolucionarios y revolucionarios en el pensamiento científico, las nociones de razonamiento lógico, honestidad y apertura de mente que deben guiarlo; en suma, la contraposición entre dogmatismo y método científico para evaluar no sólo un experimento sino en general, la vida en sociedad.

Un aspecto importante del Proyecto 2061 es que considera como indispensable para asegurar una buena enseñanza científica de la población, el cambio curricular a los fines de reducir la enorme cantidad de material que se dicta actualmente en los programas docentes (enseñar menos pero enseñar bien), eliminar las fronteras disciplinarias rígidas, prestar más atención a las conexiones entre ciencia, matemática y tecnología, presentar la empresa científica como una empresa social que influye (y es influida) por el pensamiento humano y la acción, y promover el discurrir científico como manera de pensar.

La reforma educacional deberá ser entonces integral, cubriendo todos los grados y material e involucrando todos los componentes del sistema educacional (docentes, estudiantes, familia, directivos de las escuelas) así como también administradores, universitarios, comunidad, líderes, políticos es decir, es necesario crear una conciencia colectiva para mejorar la enseñanza de las ciencias en la población. Más aún, una premisa central del Proyecto 2061 es que la reforma duradera de la educación en

ciencias sólo es posible cuando la gente encargada de operar las escuelas se integran al proceso creativo, ya que la simple implantación de reformas propuestas por otros no será suficiente. El Cuadro 4 recoge un ejemplo de temas cubiertos por el Proyecto 2061 en el área de herencia.

Proyecto CTS

CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) es el término aplicado al más reciente esfuerzo para otorgar un contexto universal al estudio de la ciencia. Los programas CTS se definen como aquéllos que:

a) utilizan problemas con componentes científicos y técnicos y que sean identificados con intereses locales;

b) usan materiales locales (materiales y humanos) como fuentes originales de información científica o técnica que pueda ser usada para la resolución de un problema;

c) involucran estudiantes en la búsqueda de información científica o técnica que puede ser aplicada en resolver problemas de la vida real;

d) extienden la enseñanza de la ciencia más allá del salón de clase;

e) enfocan el impacto de la ciencia y la tecnología en cada estudiante;

f) aprecian el contenido de la ciencia como algo más que un contenido para aprobar exámenes;

g) enfatizan el interés por las carreras científicas y tecnológicas;

h) proveen oportunidades para que los estudiantes asuman roles como ciudadanos en sus respuestas a las preguntas que le surgen sobre su mundo y sus problemas;

j) identifican las formas en que la ciencia y la tecnología impactan el futuro.

En diversos países europeos y en la mayoría de los Estados en Norteamérica, se han desarrollado con éxito diversos programas CTS. Aquellos cursantes del programa superan significativamente a los no enrolados en capacidades de interpretar datos, controlar variables, llegar a conclusiones, etc. (Figura 1).

Todo esto indica que la implantación exitosa de un programa CTS requiere de la voluntad y de la preparación del maestro para liderizar los cambios, sobre todo para estimular a los estudiantes a tomar iniciativas que lo obliguen a estudiar e investigar los temas de interés, a localizar los tópicos relevantes,

Cuadro 4
Proyecto 22061 en herencia

Construir una base de observación sobre la herencia es lo primero. Las explicaciones vienen más tarde. Los organismos que los niños reconocen primeramente son ellos mismos, sus compañeros, parientes y mascotas. Allí debe empezarse a estudiar la herencia. En años superiores se comienza a suministrar información acerca de la transferencia de rangos de una generación a otra. La participación del ADN en este proceso deberá esperar hasta que los estudiantes entienden qué es una molécula.

Kindergarten hasta el 2° grado: al final de esta etapa, los estudiantes deben saber que: (a) hay variaciones entre individuos de un mismo tipo en una población determinada; y (b) la progenie es parecida, aunque no igual, a sus padres y entre ellos.

3° al 5° grado: al final de este período, los estudiantes deben saber que: (a) algunos parecidos entre padres e hijos (color de ojos, estatura) son heredados, otros parecidos (modales, costumbres) son aprendidos; y (b) para que haya parecido entre padres e hijos, debe haber una manera confiable de transferir información de una generación a la siguiente.

6° al 8° grados: al final de ese período, los estudiantes deben saber que: (a) en algunos organismos, todos los genes provienen de un solo padre, mientras que en organismos sexuados, los genes provienen de cada uno de los padres; y (b) en la reproducción sexual, el huevo porta la información genética de los padres y se multiplica para formar el nuevo ser con la misma información genética copiada en cada célula.

9° grado a 2° de media diversificada: al egresar, los estudiantes deben saber que: (a) la recombinación de genes en la reproducción sexual resulta en una gran variedad de combinaciones genéticas posibles en la progenie; (b) la información se transfiere en moléculas de ADN; (c) los genes son segmentos de moléculas ADN; insertando, sustituyendo o eliminando segmentos de AND puede alterar los genes y así la información se transfiere modificada, ayudando, perjudicando o no produciendo efectos importantes en el éxito de la progenie en un desarrollo vital; (d) las mutaciones genéticas pueden ser causadas por efectos como radiaciones y agentes químicos; y (e) las células en un individuo pueden ser muy diferentes entre ellas aunque descendan de una sola célula y tengan instrucciones genéticas idénticas, aunque sólo algunas de ellas se usen en las diferentes células para diferentes funciones.

Fuente AAAS (28).

a buscar ellos mismos informaciones, a evaluar los resultados, a precisar las relaciones entre ciencia y sociedad, en fin, a convertir a sus estudiantes en aprendices activos más que en recipientes pasivos (30). Una vez más, es el maestro el elemento más importante para dirigir el cambio por lo que no sólo bastará un buen entrenamiento sino un profundo convencimiento de lo beneficioso de los cambios. Un ejemplo de lo que podría ser un programa CTS dentro de la realidad venezolana se presenta en el Cuadro 5.

Proposiciones para el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias en Venezuela

Para elevar el nivel general de cultura científica

Además de métodos especiales de pedagogía, la asistencia a ferias científicas, viajes de campo, visitas a industrias que emplean científicos, conferencias por profesionales de la ciencia, ejemplo de científicos como maestros, estudio de biografías de eminentes científicos, olimpiadas científicas, todos ellos pueden generar un interés por la ciencia que dure más allá de la educación formal (3).

En la enseñanza de la ciencia en las escuelas básicas, la imagen dominante desde mediados de los años 60 es aquella de las ciencias de los descubrimientos como una manera de repetir las actividades de los científicos. La experimentación ha sido propiciada a un costo considerable, con poca o ninguna relación con la experiencia de los estudiantes. Estos currícula han sido exportados hacia el Tercer Mundo a pesar de los disímiles contextos culturales, nivel de competencia y compenetración de los maestros y materiales disponibles (31).

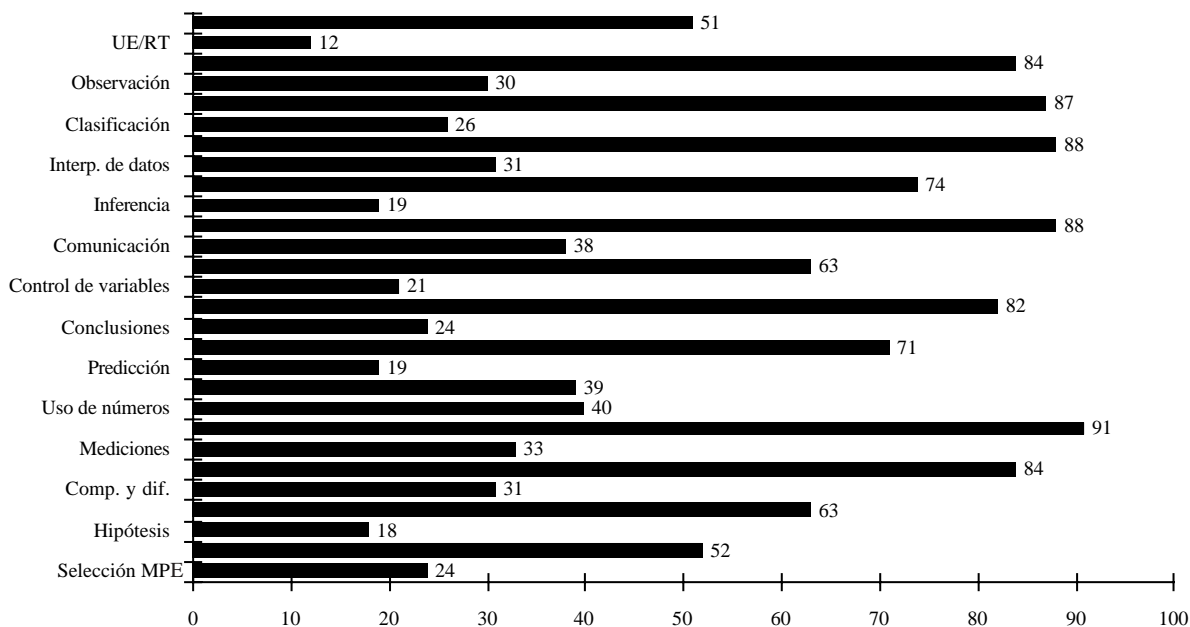
Un proyecto de reforma educativa debería, en consecuencia, considerar todos estos factores para aplicar correctivos. Entre ellos, hay algunos que necesariamente tienen que ver con la enseñanza de las ciencias ya que es perentorio que la educación cree conciencia ante las grandes transformaciones universales que nos envuelven en esta época para que los ciudadanos puedan estar preparados para ellas y contribuyan de la mejor manera a la sociedad. El Informe de la Comisión Presidencial para el Estudio del Proyecto Educativo Nacional [CPEPEN] (10) señala algunos de estos elementos:

- es importante que se estimule la creatividad, el espíritu crítico y la capacidad de investigación así como también la capacidad de innovación;

- las autoridades educativas deben prestar especial atención al problema del aprendizaje de la

Figura 1

Habilidad para utilizar destrezas en los procesos en estudiantes enrolados en cursos CTS



Porcentaje de estudiantes que demostraron habilidades científicas específicas.

UR/RT: uso del espacio/relaciones de tiempo

MPE: mejor procedimiento experimental

Primera barra: STS, n = 365

Segunda barra: Típica, n = 359

Nota: todas las diferencias a favor de la instrucción STS son estadísticamente significativas (nivel 0,01)

Fuente: Yager et al. (29)

matemática, estimulando las investigaciones pertinentes. La matemática debe enseñarse en forma atractiva, haciendo hincapié en la importancia de su aprendizaje para poder hacer uso apropiado de ella en la solución de los problemas de la vida diaria.

Además se precisa hacer énfasis en lo imprescindible de ella para desarrollar una auténtica capacidad de abstracción e inferencia a través del razonamiento lógico-matemático;

- es necesario diseñar mecanismos institucionales que permitan actualizar los contenidos científicos que se enseñan. Particularmente, la educación básica debe suministrar los fundamentos modernos de las ciencias que permitan su dominio progresivo a lo largo del sistema educativo. Al mismo tiempo ha de facilitarse la disponibilidad de la información

adecuada para entrenar a los estudiantes en la búsqueda de esa información. En el diseño de esos mecanismos deben participar, junto al Ministerio de Educación, los entes dedicados a la investigación científico-técnica para garantizar la permanente revisión y ajuste de métodos y contenidos y su apertura a los procesos de innovación que caracterizan al mundo contemporáneo;

- la educación conservacionista, entendida, como preservación, desarrollo y utilización racional del medio, es un área específica que debe ser incluida en los planes de estudio y programas, a todos los niveles de la educación;

- los planes y programas de educación han de diseñarse con adecuado balance entre las culturas humanística y la científica para evitar la excesiva

especialización y la incomunicación y promover la formación de un hombre culto que tenga una noción válida, variada y suficiente de lo esencial de los saberes humanos en ciencia, humanidades y arte.

- la actividad docente, particularmente en la educación básica y media diversificada, que en principio debe ser competencia exclusiva de los egresados de los institutos de formación docente, también debe estar abierta a los egresados de otras disciplinas, quienes han de ser debidamente habilitados mediante programas especiales de capacitación docente;

- una tarea prioritaria de las autoridades educativas debe ser el mejoramiento académico de los docentes en ejercicio por medio de un programa integral de formación y actualización permanente que tome en cuenta sus deficiencias y sus capacidades;

- en cuanto a la educación universitaria, una educación sin investigación científica adecuada no sólo será incompleta sino que se condena al empobrecimiento creciente;

- íntimamente conectado con esta materia está el problema del desarrollo y aplicación de tecnologías. En la etapa actual de nuestro país, el mayor esfuerzo en este campo debe dirigirse al conocimiento, incorporación y adaptación de las tecnologías existentes en el mundo (10).

El trabajo de laboratorio en la enseñanza de las ciencias en el bachillerato ha sido puesto en duda en cuanto a su eficacia, sobre todo en países de bajos ingresos que carecen de instalaciones adecuadas de laboratorio debido a sus altos costos. En Venezuela se estima en 25 millones de dólares americanos el costo de re-equipamiento de los 1 620 laboratorios que deben funcionar en las 662 escuelas nacionales (8). Se recomienda más bien estimular la lectura, las discusiones, los trabajos escolares de búsqueda y compilación de información y demostraciones por el docente. Es posible en algunos casos trabajar con empleados de industrias o granjas cercanas para demostrar principios científicos en tecnologías tradicionales y novedosas que enriquecen la experiencia de los jóvenes en problemas prácticos y locales que pueden ser de uso futuro por ellos mismos. Lewin (31) recomienda, para los países no desarrollados el evitar la aceptación incondicional de estándares internacionales, señalando que “las destrezas intelectuales pueden ser enseñadas usando una variedad infinita de temas, lo cual permite diseñar los mecanismos que sean más útiles para la

Cuadro 5

Un posible proyecto CTS a ser desarrollado por estudiantes de educación básica y media diversificada en San Antonio de los Altos, Municipio Autónomo Los Salias, Estado Miranda.

San Antonio de los Altos es una población ubicada a 15 km de Caracas. Su crecimiento explosivo en los últimos veinte años (población actual alrededor de 70 mil habitantes) la han convertido en una ciudad satélite de Caracas, con muchos de los inconvenientes y ventajas de las ciudades, pero a la vez manteniendo una atmósfera bastante rural, con actividades propias del campo. En éste se realizan cultivos de hortalizas diversas, café, frutales, muchos de ellos con técnicas tradicionales que incluyen la quema en los conucos, lo que provoca un empobrecimiento de los suelos. Un proyecto CTS podría evaluar estos aspectos vitales para la comunidad sana-toñera.

Proyecto:

Deterioro de los suelos de San Antonio de Los Altos por efectos de las quemas

- 1) Tomar muestras de suelos con diversos grados de quema.
- 2) Hacer análisis físicos (pH, densidad), químicos (contenido de potasio, nitrógeno, fósforo, micronutrientes) y biológicos (bacterias, hongos, nemátodos) de cada muestra.
- 3) Sembrar hortalizas en cada una de las muestras y seguir su crecimiento y vigor.
- 4) Probar el efecto de fertilizantes químicos y microbiológicos (Rhizobium) añadidos a los diferentes suelos.
- 5) Analizar las repercusiones económicas de los resultados.
- 6) Involucrar al Concejo Municipal en la divulgación de estos resultados entre los agricultores a través de su Comisión de Educación y Cultura.

mayoría de los estudiantes, no aquélla definida más reciente por los países desarrollados”.

Formación de buenos docentes como prioridad nacional

A largo plazo, la mejora de la enseñanza de la ciencia depende fundamentalmente de la formación de los maestros y profesores en calidad y cantidad suficientes. Este objetivo debe ser considerado como de primera prioridad nacional, por lo cual es necesario crear conciencia de ello en los dirigentes de nuestra sociedad. Tanto en el Poder Ejecutivo como en el Poder Legislativo se ignora el problema.

No sólo el caso concreto de la enseñanza de la ciencia y la matemática sino en general: la educación no tiene en las prioridades del Estado el lugar que le corresponde como la única solución a largo plazo de todos los males que aquejan a nuestra sociedad. Los gobernantes de ambos poderes han actuado sobre problemas de urgencia sin tener visión a largo plazo de nuestro desarrollo. Un ejemplo de esto es la desmedida importancia que todos los gobiernos han concedido al problema económico, con una visión a corto o mediano plazo, pero sin darse cuenta de que a largo plazo ese problema depende principalmente de la educación. Igualmente ocurre con el problema de la delincuencia, la inseguridad y la corrupción. Crear conciencia en los líderes de nuestra sociedad, es decir educarlos, debe ser un objetivo importante de nuestra comunidad científica.

La formación de nuevos maestros y profesores no es posible en las instituciones actuales. Los vicios adquiridos por las escuelas de educación y los institutos pedagógicos no se pueden corregir en poco tiempo. Sin embargo, viendo el éxito relativo de algunas universidades privadas, en particular la Universidad Católica Andrés Bello, pensamos que si hubiese mayor competencia en el área se producirían cambios más rápidos en los institutos de formación docente. Entonces sería deseable que las universidades de prestigio (UCV, USB, ULA, LUZ) formasen maestros y profesores en las Facultades de Ciencias, no en las escuelas de Educación. De cualquier manera, es necesario crear nuevas carreras de formación docente para llegar al número de maestros y profesores que se van a necesitar en los próximos diez años, carreras que deberían pensarse de modo muy distinto al actual. También deberá evaluarse la conveniencia de preparar a los docentes en los métodos CTS o similares, adaptándolos a nuestra realidad. Este sería un esfuerzo importante y un reto de envergadura para las nuevas generaciones de docentes, sobre todo si de ese aprendizaje surge el maestro menos dogmático y autoritario y más dado a estimular en sus alumnos la participación y la controversia como norma natural de vida.

Acciones a corto y mediano plazo

La formación de nuevos docentes tomará bastante tiempo por lo que hay que hacer algo a corto y mediano plazo. Hay que desarrollar una extensa política de mejoramiento, capacitación y actualización de los docentes en servicio. En esto, de nuevo

es necesario crear conciencia en los dirigentes de nuestra sociedad. El ordenamiento legal actual, los acuerdos con los sindicatos y la práctica misma, no dejan tiempo disponible para la actualización de los maestros. Pero es indudable que debemos crear este espacio.

También es notable la pobreza de los materiales educativos que se manejan en nuestras escuelas. Es necesario que tanto maestros como alumnos tengan acceso a libros y otros materiales educativos confiables. La comunidad científica debería colaborar en la preparación y revisión de esos materiales.

Por otra parte, es indispensable que la profesión de docente deje de verse como de la competencia exclusiva de un grupo de personas, cualesquiera que sean las credenciales de ese grupo. Es deseable, y debe lograrse de inmediato, que se permita ingresar a la docencia a ingenieros, físicos, químicos, biólogos y otros científicos, así como a abogados, economistas y médicos, aunque no hayan cursado el llamado "Componente docente". Es bien sabido que permitir competencia en un área, en lugar de mantenerla cerrada para un grupo de privilegiados, contribuye rápidamente a mejorar la calidad. Por lo demás, habida cuenta del déficit actual en docentes, la incorporación de otros profesionales redundará en un mejoramiento de esta situación.

Para que los científicos se involucren de manera definitiva en la educación científica de las nuevas generaciones de venezolanos y en la divulgación de la ciencia a la población general, se debería reprogramar la actividad científica de tal forma que la labor docente y de divulgación tenga algún reconocimiento como parte fundamental de la labor de todo científico venezolano, legitimando una tarea que hasta ahora ha sido semi-clandestina y ejercida a contrapelo de los requisitos de promoción de los investigadores nacionales. El compromiso de estos con el país no puede limitarse solamente a la publicación (por demás meritosa, indispensable y necesaria) de trabajos científicos en revistas internacionales, debiendo extenderse a hacer aportes concretos a nuestra realidad nacional. ¿Y qué mejor compromiso que colaborar en la formación de los nuevos venezolanos en temas científicos? Es así como nuestros investigadores deberían colaborar en la preparación de textos científicos para educación básica, con el apoyo y colaboración de docentes que aportarían la técnica de enseñanza; deberían también ser asesores del Ministerio de Educación en materia científica y en revisión de textos. Muchos de estos

esfuerzos no se traducirían en erogaciones monetarias tan difíciles de lograr en momentos económicos tan precarios como los que vive nuestro país. Más bien, lo que se requiere es un cambio de actitud; que nuestras Universidades formen en las Facultades de Ciencias a los docentes de Escuela Básica y Media Diversificada que deban enseñar materias científicas y que además promuevan cursos de actualización para este personal; que los científicos se conviertan en militantes de su propia causa como una manera de lograr adeptos y garantizar la sólida educación científica de las nuevas generaciones de venezolanos; que los docentes entiendan que más que una competencia desleal, el aporte de los científicos enriquecería la experiencia docente, mejoraría el nivel de preparación de los maestros y por supuesto, haría posible una población más culta en materias de relevancia para la vida en el siglo XXI.

Otra acción que puede lograrse de inmediato es la utilización de medios masivos para llegar a los estudiantes y profesores. Resulta relativamente fácil utilizar la radio y la prensa con esta finalidad, además de lograr el efecto complementario de despertar interés y valoración por la ciencia en la población general. La televisión es un medio un poco más difícil de usar, pero en un plazo relativamente corto, de 3 ó 4 años, si hay voluntad política para hacerlo, podrían existir canales de TV dedicados a la educación y divulgación de la ciencia, presentados en forma atractiva para la audiencia. El uso de museos, salas de exposiciones, ferias, competencias, olimpiadas, si se piensan de un modo interactivo, pueden ser también importantísimos recursos para lograr una mejor educación científica de toda la población.

Revisión de los programas y planes de estudio

Al analizar los programas y planes de estudios de las materias científicas, se ve claramente que algunos de ellos son inadecuados o atrasados o demasiado exigentes. Los programas y planes de estudios de la educación básica y media deberían ser revisados continuamente por comisiones donde estén representadas la comunidad científica y la universidad. No se puede dejar esta materia en manos de funcionarios burócratas del Ministerio de Educación. Una medida fácil de aplicar sería la de cambiar el proyecto de investigación ("tesis") de los futuros bachilleres para el 1º año de media diversificada en lugar del 2º como está ahora, para así subsanar los problemas discutidos en este documento. Por otra parte, vemos

que desde 7º grado de educación básica hasta el 2º, año de educación media, el alumno tiene que enfrentarse a 13 ó 14 materias distintas cada año. Resulta muy difícil que en esas circunstancias el alumno desarrolle capacidad de razonamiento, sentido crítico y analítico. Es necesario reducir el número de asignaturas a unas seis que sean enseñadas con mayor profundidad. Las razones esgrimidas por funcionarios del Ministerio de Educación para no hacer esto son gremiales; si se elimina alguna asignatura o se deja optativa, se estaría reduciendo el campo de trabajo de un sector de los profesores y en consecuencia, se desmejoraría aparentemente las condiciones de trabajo. Sin embargo, con la reconducción de este personal hacia los temas definitivos de un nuevo pensum se lograría superar el déficit profesoral que hemos comentado en una sección anterior, mejorando a la vez la calidad de los egresados.

Para formar una élite científica más numerosa y destacada en los años venideros

Además de las recomendaciones para lograr una población general más culta en temas científicos, aquellos jóvenes talentosos deberían ser especialmente estimulados con becas, particularmente los provenientes de los sectores sociales menos favorecidos. Así como los ganadores de las Olimpiadas del CENAMEC son provistos de becas provenientes del sector petrolero, los ganadores del Festival Juvenil de la Ciencia de la AsoVAC deben también ser becados por otras instituciones. Los empresarios deberían ser motivados a becar estudiantes cuyos trabajos hayan versado sobre temas de interés para la industria, así como ofrecer pasantías remuneradas a los estudiantes meritorios.

Conclusiones

El panorama que hemos presentado sobre ciencia y educación en el país no es muy halagador como tampoco se ven fáciles las soluciones a corto y mediano plazo. Sin embargo, existiendo en el país suficiente gente preparada para asumir el reto y dándose el apoyo político necesario, creemos que estaríamos en la vía de lograr cambios que permitan a las nuevas generaciones de venezolanos el estar mejor informados y educados. Ello redundaría en una sociedad más competitiva y exitosa, ajena al servilismo, y en ruta hacia una comunidad más avanzada.

REFERENCIAS

1. Kennedy P. Preparing for the twenty-first century. New York: Random House, 1993.
2. American Association for Advancement of Sciences, Project 2 061: Science for All Americans. New York: Oxford University Press, 1994.
3. Walberg HJ. Improving school science in advanced and developing countries. *Rev Educat Res* 1991;61:25-69.
4. Walberg HJ. Scientific literacy and economic productive in international perspective. *Daedalus* 1983;112:1-28.
5. Narin F Frame JD. The growth of Japanese science and technology. *Science* 1989;245:600-605.
6. Barios Yaselli M. Estudio prospectivo del crecimiento de la matrícula y de la demanda de docentes en los seis primeros grados de la educación básica. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Serie Trabajos de Ascenso, N° 1, Caracas 1994.
7. Plan Decenal para el Mejoramiento de la Educación Venezolana. Caracas: Ministerio de Educación, 1993.
8. Banco Mundial. Venezuela en el año 2000: Educación para el crecimiento económico y equidad social 1993.
9. Hung de Leon L, Piñango R. ¿Crisis de la educación o crisis del optimismo y el igualitarismo? Naim M, Piñango R, editores. El caso Venezuela, una ilusión de armonía. Caracas: Ediciones IESA, 1984:422-451.
10. Comisión Presidencial para el Estudio del Proyecto Educativo Nacional (CPEPEN) Educación en Venezuela: Problemas y soluciones. Caracas: Fondo Editorial IPASME, 1986.
11. Ugalde L. Mitos contemporáneos en la educación venezolana. *El Diario de Caracas*, Edición Aniversaria, 29/4/94:30-34.
12. Cárdenas A L. Resultados de los concursos de oposición para el ingreso de docentes al servicio de la Gobernación del Estado Mérida y para la selección de subdirectores y directores de escuelas dependientes de la misma gobernación. Mérida: Gobernación del Estado Mérida. Programa de mejoramiento de la educación básica, Documento mimeografiado, 1992.
13. Leizet JRC. A call for a change. *The Mathematical Association of America*. 1991.
14. National Council of Teachers of Mathematics. Curriculum and evaluation for School Mathematics, U.S.A. 1989.
15. Estacio P, Blanco LE. Los grandes retos en Educación para 1994. Mejorar la calidad de la enseñanza y lograr un presupuesto justo. *Diario El Nacional*, 27/12/93, p.C-1.
16. A Nation at Risk National Commission on Excellence in Education, Washington D.C. 1983.
17. CENAMEC y OPSU. Diagnóstico del nivel de conocimientos en Biología, Ciencias de la Tierra, Física, uso instrumental del Lenguaje, Matemáticas y Química, en estudiantes que egresan del ciclo básico común de Educación Media. Año escolar 1983-1984. (Ed. M. Silva e I. Orellana), Caracas, 1990.
18. Planchart EA. Realidad de la enseñanza de la matemática en la educación básica y media diversificada y profesional en Venezuela. *Acta Cient Venez* 1990;41:279-282.
19. UNESCO. Science and technology education and national development. Paris, 1983.
20. UNESCO. The place of science and technology in school curricula: a global survey. Paris, 1986.
21. Taylor C. Science and technology education for the world of tomorrow. En: *Innovations in science and technology education*, Vol. II. UNESCO, Paris, 1988.
22. Caballero M. Discurso de Orden en la XXII Graduación del Centro de Estudios Avanzados, IVIC, Caracas, febrero 1994.
23. Holden C. Science on tap. En: *Random samples Science* 1994;264:26.
24. National Science Foundation. The federal investment in Science, Mathematics, Engineering, and Technology education. Where now? What next? Washington D.C. 1993.
25. Mervis J. Science education: expert panel criticizes federal activities, *Science* 1993;262:1642.
26. Shamos MH. Science literacy is futile; try science appreciation. *The Scientist* 1989:9-12.
27. Stevenson HW, Lee SY, Stigler JW. Mathematics achievement of Chinese, Japanese, and American children. *Science* 1986;231:693-699.
28. American Association for the Advancement of Sciences. Benchmarks for Science Literacy. Project 2061. New York: Oxford University Press, 1983.
29. Yager RE, Myers LH, Blunck SM, McComas WF. The Iowa Chautauqua program: What assessment results indicate about STS instruction. *Bull Sci Tech Soc* 1992;12:26-38.
30. McComas WF, Blunck SM, McArthur JM, Brockmeyer MA. Changing the focus: Fostering the development of Science, Technology, and Society programs in schools. *Bull Sci Tech Soc* 1992;12:294-298.
31. Lewin K. Planning for scientific and technological development. En: Huse'n T, Postlethwaite TN, editores. *International encyclopedia of education: Research and studies*, Suppl. 1 Oxford, England: Pergamon Press, 1989:141-162.