

¿Realmente está disminuyendo la calidad de los estudiantes norteamericanos?*

Richard M. Felder y Gary N. Felder**

La globalización económica tendrá, entre otras repercusiones, un impacto importante en el sector educativo. En tal virtud, Educación Química promoverá la inserción de artículos que eleven el conocimiento de la educación en otros países, como el que presentamos ahora, el cual se reproduce con la autorización del autor. El lector puede imaginar o estudiar las similitudes entre el desempeño del estudiante estadounidense y el de su propio país. También podrá estar de acuerdo en que las interesantes recomendaciones de Felder nos quedan a la medida ¿O no?

Quejarse de las nuevas generaciones no es un pasatiempo novedoso. En una cita comentada con frecuencia, el autor se queja que la gente joven actual es ignorante, desmotivada, indisciplinada, desarreglada y nada parecida a los jóvenes bien educados y trabajadores de su época.

Aunque estas quejas pueden ser frases hechas perennes, a veces se han basado en la realidad, y las consecuencias sociales de su posible validez son cada vez más serias actualmente. Para bien o para mal, el bienestar de nuestra sociedad depende de la ciencia y la tecnología. Si vamos a enfrentar a la creciente demanda de alimentos, vivienda, transporte, energía, atención médica y protección ambiental, necesitaremos una producción suficiente y constante de científicos e ingenieros técnicamente competentes y socialmente conscientes.

Nuestra habilidad para mantener esta producción durante la próxima década está seriamente comprometida. El número de

científicos e ingenieros potenciales se está reduciendo: se ha proyectado que para el año 2005 el déficit anual de personas con licenciatura en estas áreas será de 250,000-700,000, y de 7,500 con estudios de doctorado (Atkinson, 1990). Una de las razones que explica esta reducción es una rápida disminución en el interés de los estudiantes en la ciencia y la ingeniería. Entre 1966 y 1988, la proporción de estudiantes en el primer año de licenciatura que planeaban seguir sus estudios en ciencias y matemáticas, disminuyó de 11.5 a 5.8% (Green, 1989), y entre 1982 y 1989, la matrícula en carreras de ingeniería disminuyó en 17.2% (Vetter, 1991).

El problema se agrava por la continua declinación desde 1983 de la población en edad de asistir a la universidad, que se espera continúe hasta 1996, hasta un total de aproximadamente 25%.

Además, muchos de los estudiantes que inician estudios técnicos desertan. Del número de estudiantes que se inscribieron a carreras de ciencias o ingeniería en 1982, entre el 30 y el 60% (dependiendo de la disciplina particular) se cambiaron a una carrera no técnica o abandonaron la universidad (Green, 1989). La proporción de deserción es mayor entre estudiantes que pertenecen a grupos minoritarios, quienes constituyen un porcentaje cada vez mayor del total de inscripciones. Durante más de una década, sólo 33% de los jóvenes de raza negra y 45% de los hispanos que iniciaron estudios de ingeniería, los terminaron.

Más allá de los datos, escuchamos con monótona regularidad que la generación actual de estudiantes americanos es materialista, egoísta, sin ideales, incapaz de leer, incompetente en matemáticas, científica y culturalmente iletrados e incapaces de localizar cualquier lugar en un mapa. Aunque estas acusaciones pueden ser exageradas, sus implicaciones pueden ser tan importantes, que vale la pena analizar hasta qué punto están justificadas. Tal análisis es el objetivo de este artículo. En las siguientes secciones, se revisan datos publicados respecto a la calidad de los estudiantes, se sugiere el probable origen de las deficiencias observadas y se proponen posibles soluciones.

Datos sobre la calidad estudiantil

"Si alguna potencia extranjera hubiera intentado imponer a Estados Unidos el mediocre desempeño educativo que existe actualmente, podríamos considerarlo como un acto de guerra". Esta desalentadora afirmación (Senado de los Estados Unidos, 1983) se basa en resultados de pruebas estandarizadas llevadas a cabo durante las tres últimas décadas, de datos dados a conocer por la

* Trabajo presentado en la reunión anual del AIChE celebrada en Los Ángeles, California, en noviembre de 1991 y publicado en *Chem. Eng. Progr.*, junio 1992, págs. 79-89. *Educación Química* agradece la gestión que Armando Rugaría hizo ante el autor y a María del Carmen Doria Serrano, del Departamento de Ingeniería y Ciencias Químicas de la Universidad Iberoamericana, por la excelente traducción.

** Departamento de Ingeniería Química, Universidad Estatal de Carolina del Norte, Raleigh, North Carolina 27695.

Diversos factores contribuyen al inaceptablemente bajo nivel en las habilidades de los estudiantes de los Estados Unidos, pero el sistema de educación es el mayor responsable. Existen soluciones, pero implican cambios importantes y un esfuerzo concertado.

Evaluación Nacional del Progreso Educativo (National Assessment of Educational Progress, NAEP) y los resultados comparativos de pruebas en ciencias y matemáticas internacionales. En esta sección, resumimos esta información con un mínimo de comentarios y dejamos la interpretación de los resultados para secciones posteriores. Los puntos más importantes para la interpretación subsecuente se indican a continuación (en cursivas).

Resultados de pruebas estandarizadas. Las estadísticas más comúnmente comentadas que sugieren una disminución en la calidad estudiantil son los resultados de pruebas estandarizadas. Los resultados de diferentes pruebas muestran tendencias similares.

- La Figura 1 muestra el promedio nacional de los resultados de la Prueba de Aptitud Escolar (Scholastic Aptitude Test, SAT) durante los últimos 30 años. Los resultados en matemáticas disminuyeron 36 puntos de 1964 a 1980, recuperaron 20 puntos en 1987, y han permanecido relativamente constantes desde entonces. El resultado de la habilidad verbal bajó 54 puntos de 1963 a 1980, recuperó siete puntos en 1985 y perdió nueve hasta 1991. *Un resultado de igual importancia —y tal vez más inquietante— es el nivel de desempeño de los estudiantes con las notas más altas, que fue inferior en 1982 veinte años antes.*

- Los resultados de la Prueba Universitaria Americana (American College Testing, ACT) —el principal examen de admisión a las universidades en 28 estados— son semejantes a los resultados obtenidos con el SAT. De acuerdo con la información contenida en los Reportes Anuales del Servicio de Información del ACT, la calificación promedio de los exámenes en todas las disciplinas disminuyó de 20.4 en 1963 a 17.9 en 1975, permaneció casi constante hasta 1983 y se elevó a 18.8 en 1988.

- Una tercera fuente de información es el sistema de exámenes de comprensión de Iowa, que aplica dos tipos de pruebas —la Prueba Iowa de Habilidades Básicas (Iowa Test of Basic Skills, ITBS) en los grados 3-8 y el Examen Iowa de Desarrollo Educativo (Iowa Test of Educational Development, ITED) en los grados 9-12—, y que muestran la misma tendencia de disminución y recuperación parcial que los resultados de los exámenes de admisión a las universidades; *en los grados 5 y 6, sin embargo, la disminución es significativamente menos pronunciada, y los resultados de los grados 3 y 4 muestran un aumento desde mediados de 1950 hasta 1984* (Oficina del Congreso, 1986). Aunque los estudiantes de Iowa no necesariamente son representativos de todo el país, el inicio en la disminución aproximadamente en el cuarto grado y su empeoramiento en grados superiores, reflejan un patrón nacional. Otros datos, como comentaremos, permiten aventurar esta inferencia.

El Reporte de Calificación Nacional (Nation's Report Card). El NAEP es un conjunto de evaluaciones en diferentes disciplinas, aplicadas periódicamente y al azar a estudiantes de 9, 13 y 17 años. Los siguientes son resultados de las pasadas dos décadas de una encuesta continua (Appleby *et al.*, 1989; Dossey *et al.*, 1988;

CALIFICACIONES PROMEDIO
Pruebas de aptitud (SAT)

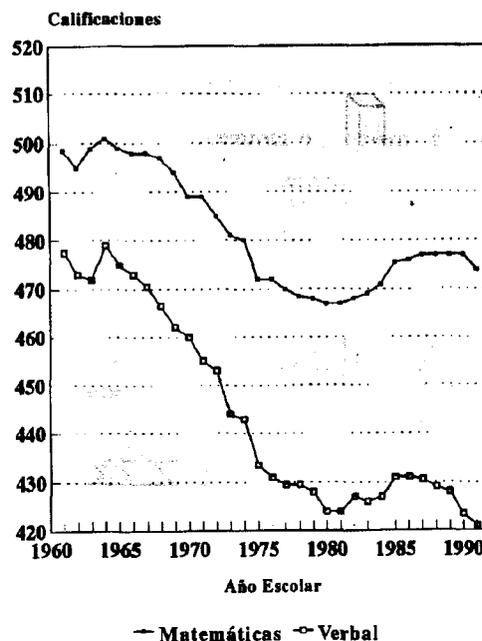
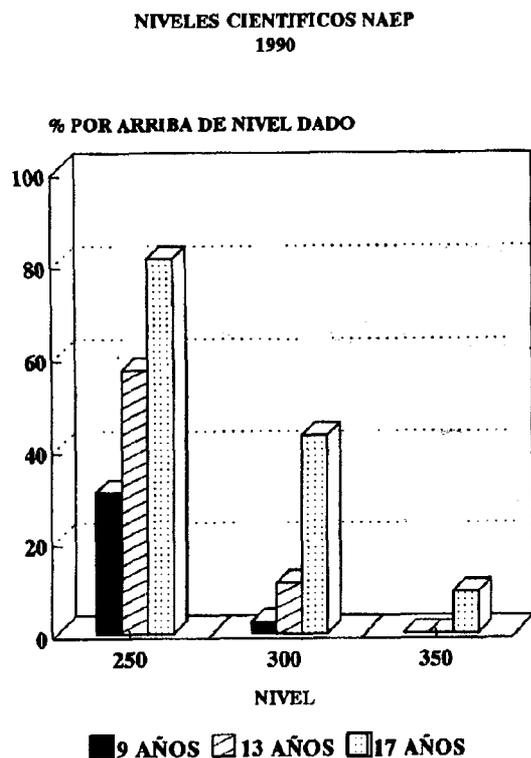


Figura 1. Calificaciones promedio en la Prueba de Aptitud Escolar, SAT, 1961-1991.

Mullis y Jenkins, 1990; Mullis *et al.*, 1990; Owen, 1991; Educational Testing Service; Mullis *et al.*, 1991).

- Durante el periodo 1970-1990, el promedio de calificaciones en las pruebas NAEP en matemáticas y lectura aumentaron ligeramente o permanecieron constantes, mientras que los resultados en ciencias disminuyeron y después se recuperaron parcialmente. Un reporte de NAEP en 1990 hace notar que "... aunque parte del terreno perdido en los setenta puede haberse recuperado durante los ochenta, los niveles de desempeño no son muy diferentes al iniciar la década de los noventa de lo que eran veinte años antes" (Mullis *et al.*, 1990).

- Sin embargo, más revelador que el promedio de calificaciones, son los datos del NAEP de los llamados "niveles de soporte" —ciertas calificaciones que el NAEP asocia con niveles de desempeño específicos. Las figuras 2-4 muestran algunas preguntas ilustrativas de tres niveles de soporte en ciencias, matemáticas y lectura, junto con el porcentaje de estudiantes en el examen de 1990 que tuvieron un desempeño en ese nivel o más alto. Los datos muestran, por ejemplo, que sólo 41% de los estudiantes examinados del grado 12 y 9% de los del 8º pudieron comprender la información de pasajes de lectura moderadamente complicados; menos de la mitad de los del grado 12 y menos del 10% de



Nivel 250 - Se refiere a información científica básica

P: ¿En cuál pareja ambos objetos están hechos de cosas que alguna vez estuvieron vivas?

R: Hilo de algodón y periódico (otras opciones incluyen platos de porcelana y vidrios de ventana).

Nivel 300 - Analiza procedimientos y datos científicos

P: ¿Cuál de los siguientes es el mejor indicador de que se acerca una tormenta (R: la presión barométrica disminuye).

Infiera que el volumen de un bloque de madera sumergido en un cilindro graduado es igual al volumen final menos el volumen inicial.

Nivel 350 - Integra información científica especializada

P: ¿Por qué algunas personas se preocupan de la investigación sobre ADN recombinante? (R: Temor a que nuevos organismos alteren el balance ecológico).

P: ¿Dónde están localizados los elementos semejantes al sodio en la tabla periódica? (R: arriba y abajo del sodio).

A partir de gráficas de masa (g) vs. volumen (mL) para varios minerales, determinar cuáles flotarían en agua.

Fuente: (Meade, 1992). Las preguntas como ejemplo son parte de un examen anterior.

los del 8° pudieron juzgar si un procedimiento científico era correcto y aproximadamente la mitad de los del grado 12 y menos del 20% de los de 8° tienen una comprensión adecuada de las matemáticas de los grados 7 y 8.

- *Las deficiencias observadas en las habilidades académicas de los estudiantes, aparentemente se desarrollan de forma progresiva a través de su preparación académica.* El reporte de NAEP de matemáticas en 1990 hace notar que "... mientras que los estudiantes de cuarto grado tienen éxito con el material que se estudia en el tercer grado, surge una brecha en el octavo grado, donde sólo las dos terceras partes tienen conocimientos de los contenidos del 5°. Para los estudiantes en el último grado del nivel preuniversitario, esa brecha se amplía (Mullis *et al.*, 1991). Esta observación es consistente con los resultados del Examen Iowa.

- *En los últimos veinte años, la tendencia en todas las disciplinas ha sido hacia el aumento en el dominio de habilidades básicas y una disminución en el dominio de habilidades superiores.* Los resultados de la evaluación de lectura en 1988, por ejemplo, muestran que "...el único aumento significativo en el desempeño en la lectura de 1971 a 1988, se observó en los niveles más bajos de habilidad. Por lo tanto, los estudiantes de 9 y 13 años tuvieron mejores habilidades y estrategias en la lectura rudimentaria o básica en 1971 que en 1988, y los estudiantes de 17 años mostraron habilidades y estrategias de nivel intermedio. Por otra parte, el bajo porcentaje de estudiantes de 17 años que demostraron poseer habilidades y estrategias superiores en la lectura, fue menor en 1988 que 17 años antes" (Mullins y Jenkins, 1990).

Comparación con otros países. Desde finales de los sesenta, las pruebas realizadas en diferentes disciplinas se han aplicado a estudiantes en varios países. En la mayoría de estos exámenes, los estudiantes estadounidenses se situaron entre los lugares más bajos.

- En el Estudio Internacional de la Ciencia de 1979, Estados Unidos ocupó el décimo cuarto lugar, por arriba sólo de Chile, India, Irán y Tailandia, como se muestra en la figura 5. *Aunque sólo se consideraran los mejores estudiantes (es decir, los que se clasificaron en el percentil más alto), Estados Unidos se colocó en la mitad inferior entre los países participantes.*

- En el segundo Estudio Internacional de la Ciencia, en 1986, los estudiantes de Estados Unidos de 5° grado tuvieron calificaciones cercanas al promedio internacional. Los alumnos que cursan el noveno grado estuvieron debajo de sus semejantes de Australia, Canadá, Japón y los países europeos que participaron, se equiparon con los de Tailandia y Singapur y estuvieron ligeramente por arriba de los de Hong Kong. En temas comunes, los estudiantes estadounidenses de 9° grado calificaron más bajo que los del mismo grado de 1970. Las calificaciones para los de 12° fueron igualmente decepcionantes: los estudiantes estadounidenses contestaron correctamente 41% de las preguntas de química y cerca del 44% de las preguntas de biología y física, mientras que la calificación más baja entre el resto de los países fue de 48% para Japón, en biología.

Figura 2. Niveles de Soporte NAEP-Ciencias.

• En el Segundo Examen Internacional de Matemáticas llevado a cabo en 1981-1982, los estudiantes americanos de 8º tuvieron calificaciones cercanas al promedio internacional en tres categorías y por abajo del promedio en dos (Travers y McKnight, 1985). Estuvieron generalmente arriba del promedio al hacer cálculos, pero abajo del promedio en comprensión y resolución de problemas. *El promedio de calificaciones en Álgebra para el 1% mejor entre los estudiantes americanos fue más bajo que el 1% mejor de cualquier otro país.* La proporción examinada de este grupo de edad en Estados Unidos —cerca del 13%— fue semejante al de otros países participantes.

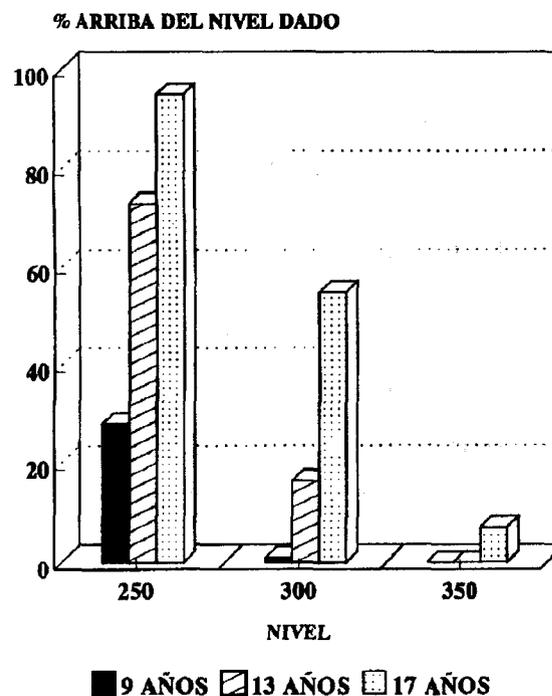
• Los estudiantes japoneses se colocaron consistentemente como los mejores en los exámenes internacionales de matemáticas. En un examen realizado por estudiantes estadounidenses y japoneses que cursan el último año de secundaria, éstos superaron a sus contrapartes por un factor de dos a tres (National Research Council, 1989). Las diferencias no pueden explicarse por una matrícula más selectiva en Japón, donde el 94% de los jóvenes entra a la escuela secundaria y el 95% de ellos la termina —porcentajes muy superiores que los que se observan en Estados Unidos.

• En un estudio realizado en 1988 respecto a las habilidades en ciencias y matemáticas, los estudiantes estadounidenses de 13 años tuvieron las más bajas calificaciones en matemáticas y cerca de las más bajas en ciencias. De acuerdo con Lawrence Grayson del Departamento de Educación: *“Las únicas áreas en las que los estudiantes estadounidenses estuvieron en primer lugar fue en el porcentaje que ve televisión cinco o más horas al día y en la creencia de que eran buenos en matemáticas”* (Meade, 1992). Los resultados en exámenes en estas disciplinas aplicados en marzo de 1991 a estudiantes de nueve y 13 años en 15 países no fueron mejores: nuevamente, las calificaciones obtenidas por los estudiantes estadounidenses fueron más bajas que la mayoría de los países participantes. *“El hecho evidente es que nuestro desempeño es pésimo y no hay excusas”* dijo Marc Tucker, presidente del Centro Nacional en Educación y Economía.

Otras evaluaciones de desempeño. En 1983, 13% de los estadounidenses de 17 años fueron evaluados como funcionalmente iletrados (incapaces de leer al nivel de octavo grado) y el Departamento de Marina reportó que 25% de sus reclutas recientes no pudieron leer al nivel del noveno grado, el mínimo necesario para comprender instrucciones de seguridad (Senado de los Estados Unidos, 1983). Una estimación en 1988 consideró que los iletrados funcionales constituyen 25% de los 2.4 millones que se gradúan del nivel preuniversitario cada año; el porcentaje entre el millón que deserta anualmente es indudablemente mayor.

Es común leer historias de horror respecto a lo que los estudiantes americanos no saben. De acuerdo con informes recientes, muchos graduados de nivel preuniversitario no saben que Colón llegó a América antes de 1500 (24%); creyeron que el principio básico del comunismo, “de cada quien de acuerdo con sus habilidades, a cada quien de acuerdo con sus necesidades”

NIVELES MATEMATICOS NAEP 1990



Nivel 250 - Operaciones numéricas e inicio de la resolución de problemas (Todos los problemas son de opción múltiple).

¿Qué vale más: -11 nickels y 6 dimes o medio dólar?

¿Cuál es el valor de $n + 5$ cuando $n = 3$?

Hay 10 aviones en la pista; seis despegan y cuatro aterrizan, ¿cuántos aviones quedan ahora en la pista?

Nivel 300 - Procedimientos y razonamientos moderadamente complejos.

¿El 87% de 10 es mayor, igual o menor que diez?

Si $2/25 = n/500$, ¿Cuánto vale n ?

¿Qué porcentaje de los alumnos de 13 años calificaron por arriba del nivel 300?

Nivel 350 - Resolución de problemas en varios pasos y álgebra.

Si pides prestados \$850 por un año a un 12% de interés simple, ¿cuánto debes pagar?

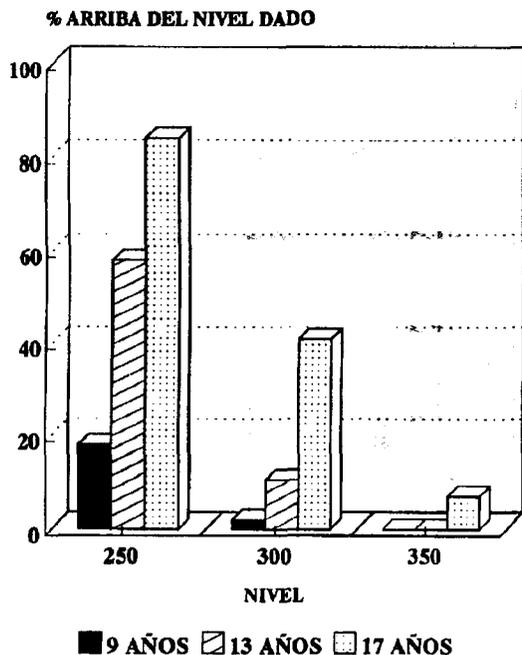
Entre qué par de números se encuentra el valor de la raíz cuadrada de 17? (R: 4 y 5)

El perímetro de un cuadrado es 24 cm. ¿Cuál es el área del cuadrado?

Fuente: (Meade, 1992). Algunas de las preguntas utilizadas como ejemplo son parte de un examen anterior.

Figura 3. Niveles de Soporte NAEP-Matemáticas.

NIVELES DE LECTURA NAEP 1990



Nivel 250 - Relacionar y hacer generalizaciones

Cuando el Dr. James Naismith, un profesor de la Escuela Internacional YMCA, en Springfield, MA, inventó el juego...

P: ¿Quién inventó el juego de basketbol?

R: Un profesor de Massachusetts (Otras opciones incluyen un estudiante de YMCA y un jugador en Los Ángeles).

Nivel 300 - Comprender información compleja

En 1917 Nueva York siguió el ejemplo de estados del oeste. En el mismo año Jeannette Rankin de Montana se convirtió en la primera senadora de los Estados Unidos...

P: ¿En qué año hubo por primera vez una senadora en Estados Unidos?

R: 1917 (Otras respuestas incluyen otras fechas mencionadas en el artículo).

Nivel 350 - Aprender de material de lectura especializado.

Cuando aplican provisiones constitucionales generales, los miembros de la corte ocasionalmente difieren, como es comprensible, respecto a su significado y aplicación.

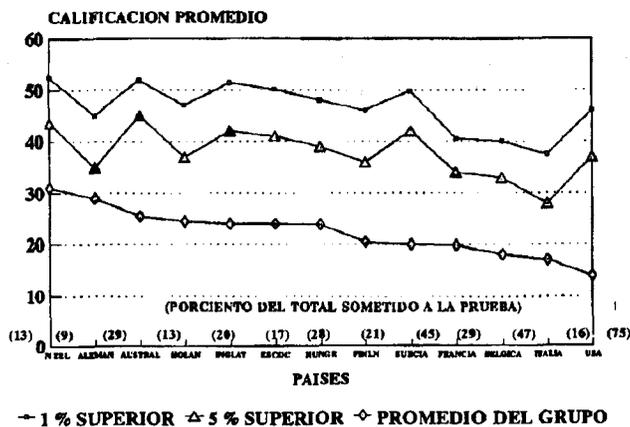
P: ¿A qué se refiere el adjetivo "su"?

R: Provisiones. (Otras opciones incluyen "Miembros de la corte" y otras palabras del enunciado anterior.)

Fuente: (Meade, 1992). Algunas de las preguntas utilizadas como ejemplo son parte de un examen anterior.

Figura 4. Niveles de Soporte NAEP-Lectura

RESULTADOS DE LA PRUEBA INTERNACIONAL DE CIENCIAS EN 1970



% de grupos examinados de todas las edades

- Nueva Zelanda (13)
- Alemania (9)
- Australia (29)
- Países Bajos (13)
- Inglaterra (20)
- Escocia (17)
- Hungría (28)
- Finlandia (21)
- Suecia (45)
- Francia (29)
- Bélgica (flamenca) (47)
- Italia (16)
- Bélgica (francesa) (47)
- Estados Unidos (75)

Fuente: (Comber y Keevs, 1973)

Figura 5. Resultados del Examen Internacional de Ciencias de 1970.

proviene de la Constitución de Estados Unidos (23%); no pudieron especificar el medio siglo en el que ocurrió la Guerra Civil Americana (>40%); fueron incapaces de encontrar a Inglaterra, Francia, Sudáfrica o Japón en un mapa (>50%), y pensaron que el Sol gira alrededor de la Tierra (porcentaje no citado).

Factores que influyen en la calidad de los estudiantes

Enseñanza Deficiente. Los profesores estadounidenses trabajan en exceso, están mal remunerados si consideramos el trabajo calificado que realizan, están devaluados si consideramos la gran importancia social que tienen, están atiborrados de responsabilidades no docentes y se enfrentan a la falta de recursos para realizar su trabajo de forma adecuada y a veces hasta están amenazados físicamente. Como consecuencia, siempre hay déficit de profesores de ciencias y matemáticas, y los nuevos suelen provenir del extremo inferior del espectro académico. Los alumnos que terminan la licenciatura en disciplinas técnicas aun con credenciales académicas mínimas, frecuentemente encuentran trabajo con mejor remuneración y condiciones que las que ofrece la docencia. En una encuesta realizada en 1981 a la que respondieron 46 estados, 43 informan escasez de profesores de matemáticas para secundaria, 42 la tienen en física y 38 en química (Grayson,

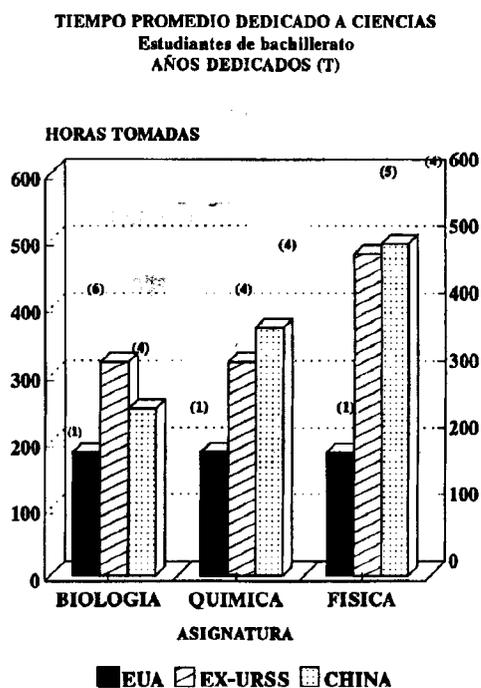
1983). La situación ha empeorado desde entonces. Un millón de profesores —la mitad de la fuerza de trabajo— deberán ser reemplazados para fin del siglo, mientras que en 1988 sólo 8% de los 1.6 millones de estudiantes inscritos en el primer año de universidad dijeron estar interesados en la docencia, aunque la mitad de ellos cambiará seguramente de parecer (Erlich, 1988).

Para enfrentar la falta de maestros, con frecuencia se contratan instructores no calificados. Un estudio de 1989 reportó que de los 200,000 profesores de matemáticas a nivel de secundaria, aproximadamente la mitad no cumplen con los estándares profesionales para dedicarse a esa actividad (Cooper *et al.*, 1990). Algunos estados no piden como requisito a los profesores que hayan estudiado cuando menos hasta el nivel en el que enseñan (Grayson, 1983). Un reporte de 1991 de la Comisión Carnagie en Ciencia, Tecnología y Gobierno, observa que *más de las dos terceras partes de los profesores de ciencias en las escuelas elementales no tienen una adecuada preparación en ciencias y más del 80% de los instructores de matemáticas son deficientes en esta disciplina*. En realidad, 13 estados no requieren de entrenamiento en ciencias y matemáticas en la escuela elemental para lograr la certificación (Meade, 1992).

Planes de Estudio Deficientes. La tendencia en la educación en los niveles previos a la licenciatura en Estados Unidos es la de instruir al estudiante promedio. En algunos distritos escolares seleccionados, hay programas especiales para los académicamente dotados, pero su número es muy inferior que el necesario para atender a todos los que podrían beneficiarse. El proporcionar instrucción personalizada o múltiples estrategias en clases heterogéneas podría ayudar, pero los salones atestados, los profesores que no han sido bien entrenados para manejar grupos con habilidades heterogéneas y la falta de recursos didácticos y apoyo administrativo, generalmente hacen que esta meta sea inalcanzable. El resultado es que la mayor parte de los planes de estudio preuniversitarios son débiles y poco exigentes, en especial cuando se comparan con los de otros países desarrollados.

Un estudio de 1989 reportó que sólo la mitad de los estudiantes del país cursan más de dos años de matemáticas en el nivel pre-universitario y sólo la cuarta parte la cursan más de tres (National Research Council, 1989). Aun los estudiantes estadounidenses que eligen cursar cuatro años de esta disciplina, estudian la tercera parte de las horas que sus semejantes en Japón, la ex-Unión Soviética, Alemania y China (Grayson, 1983). El gran incremento de la matrícula de cursos remediales en el primer año de licenciatura refleja la inadecuada preparación en matemáticas de los estudiantes americanos: "Todos Cuentan" (National Research Council, 1989) establece que el 60% de las inscripciones de esta disciplina a nivel licenciatura es en cursos que se imparten normalmente en el nivel preuniversitario.

La figura 6 muestra el promedio del tiempo de clase entre graduados del nivel previo a la licenciatura en Estados Unidos, la ex-Unión Soviética y China. Las dramáticas disparidades hablan por sí mismas, especialmente en física, la que los estu-



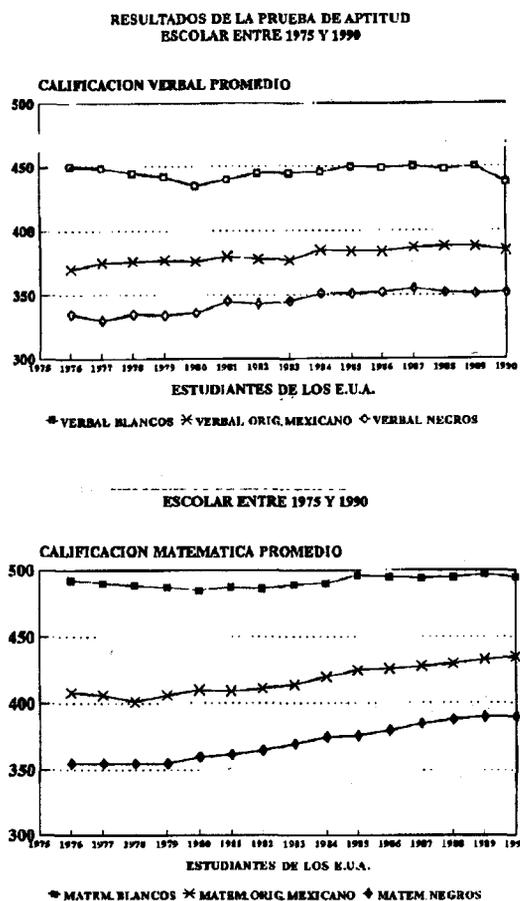
Fuente: National Science Teachers Association.

Figura 6. Promedio de tiempo empleado en ciencias entre estudiantes preuniversitarios.

diantes exsoviéticos y chinos estudian durante 500 horas de clase en periodos de cuatro o cinco años, mientras que los estudiantes americanos estudian durante menos de 200 horas durante un año.

Además, los estudiantes americanos no leen mucho, ni para el trabajo escolar ni como diversión o entretenimiento. De acuerdo con un estudio del NAEP, más de 50% de los estudiantes encuestados en la categoría antes mencionada, reportó que leía diez o menos páginas al día para hacer la tarea y durante las clases, y más del 30% leen cinco o menos páginas al día (Mullis, *et al.*, 1990). De hecho, muchos estudiantes no hacen la tarea. De aproximadamente 2,000 estudiantes de esa categoría encuestados por "Quién es Quién entre los Estudiantes Americanos de *High School*", 56% reportaron que estudian una hora o menos al día para todas sus materias juntas.

Demografía de la Inscripción en Licenciatura. Una buena noticia en medio de este triste panorama es que un creciente porcentaje de estudiantes termina el nivel preuniversitario e inicia la licenciatura. De acuerdo con las estadísticas de la Oficina del Trabajo de Estados Unidos, el porcentaje de personas de 25 años o más que terminan el nivel preuniversitario aumentó de 42% en 1960 a 77% en 1989 y el porcentaje que termina cuatro años de licenciatura aumentó de 8% a 22% en el mismo periodo. Gran parte de ese incremento puede atribuirse a un aumento de inscripción entre estudiantes —incluyendo los que pertenecen a



Fuente: College Entrance Examination Board

Figura 7. Calificaciones SAT por grupo étnico, 1962-1991.

grupos minoritarios—cuyas deficientes credenciales académicas los hubieran mantenido fuera de las universidades en el pasado.

El impacto de la inscripción de personas de grupos minoritarios es en especial significativa en escuelas de ingeniería. Aunque el porcentaje de afroamericanos en el total de la población de las universidades durante el periodo 1970-1990 no cambió apreciablemente, el porcentaje que entró al primer año de ingeniería aumentó de 5.3% en 1976 a 8.9% en 1990. El porcentaje de alumnos hispanicos aumentó aún más dramáticamente durante el mismo periodo, de 2.1% a 6.2% de acuerdo con la Comisión de Mano de Obra en Ingeniería.

Por razones que han sido el objeto de especulaciones extensas pero no concluyentes, los estudiantes de grupos minoritarios obtienen calificaciones más bajas en pruebas estandarizadas que los estudiantes blancos. La figura 7 muestra los resultados de la prueba SAT para habilidades verbales y matemáticas por grupo étnico. El promedio de calificaciones en habilidad verbal para los alumnos blancos fluctuó en el rango de 440-450 entre 1976 y

1990; las calificaciones para los mexicano-americanos aumentaron de 370 a 380, y las de los afroamericanos aumentaron de 333 a 352. Los resultados SAT para matemáticas siguieron patrones similares, de igual manera que los resultados promedio de NAEP en las dos últimas décadas. En todos los casos, las diferencias entre los blancos y las minorías han disminuido a través de los años, aunque son significativas para todos los grupos de edades examinados (Owen, 1991).

En resumen, la declinación observada en el promedio de las calificaciones de pruebas estandarizadas entre los estudiantes que ingresan a la licenciatura, se pueden atribuir parcialmente a la mayor inscripción de estudiantes de grupos minoritarios. Debemos aplaudir la tendencia hacia este aumento porque la participación de estos grupos en las ciencias y la ingeniería es esencial para el futuro del país. Pero también se debe reconocer que simplemente admitir a estos estudiantes no es suficiente—sus necesidades académicas deben reconocerse y atenderse para que la mayoría de los admitidos puedan continuar hasta graduarse.

Factores Sociológicos. La culpa de los problemas de la calidad de los estudiantes no puede atribuirse solamente al sistema educativo de los Estados Unidos. El hogar tiene un papel crítico al complementar y enriquecer la educación que imparte la escuela, y un papel aún más crítico al reforzar las actitudes positivas hacia el aprendizaje. Debido a una diversidad de razones, ha disminuido el número de niños estadounidenses que disfrutaban de un ambiente familiar que permita tal reforzamiento. Otro fenómeno, tal vez relacionado, que afecta el desempeño académico es el abuso del alcohol y las drogas entre los escolares.

Un tercer factor que interviene es la televisión. En 1986, un estudio de NAEP encontró que cerca del 60% de los alumnos de 17 años de edad y más del 70% de los de 13 y 9 años entrevistados, ven televisión durante tres o más horas al día (Dossey *et al.*, 1988). El mismo estudio encontró una correlación inversa entre el promedio de las calificaciones en matemáticas en el examen NAEP y la cantidad de horas frente a la TV. En 1986, el promedio de calificaciones era de 310 para estudiantes que veían entre cero y dos horas al día, cerca de 300 para los que la veían entre tres y cinco horas, y 282 para los que la ven más de seis horas en ese periodo. Se encontraron patrones similares en las calificaciones en destreza en la lectura NAEP (Owen, 1991). Concedemos que estos resultados no prueban una relación causal entre las horas frente a la TV y el desempeño en la escuela. Es razonable conjeturar, sin embargo, que los estudiantes estarán menos preparados para responder a clases tradicionales si están acostumbrados a obtener su información en anuncios de 30 segundos de un medio que les permite cambiar de programa en el instante en que los deja de entretener.

¿Cuál es el verdadero problema?

Los datos que se han resumido aquí hacen evidente que el nivel de habilidades académicas de los estudiantes estadounidenses

son inaceptablemente bajos, pero las principales causas de las deficiencias observadas no son muy claras. Hemos sugerido varios factores que posiblemente contribuyan, como la menor participación del hogar en dar un apoyo activo en el estudio y la enseñanza. Sin embargo, hay razones para creer que el sistema de educación de los Estados Unidos debe aceptar la mayor responsabilidad de los bajos niveles observados.

Varios datos permiten basar esta afirmación. En primer lugar, las deficiencias aparecen primeramente en las últimas etapas de la escuela elemental y empeoran progresivamente a través del nivel preuniversitario.

En segundo lugar, las deficiencias son consistentemente más pronunciadas en los últimos años de este ciclo. En tercer lugar, el desempeño es peor entre los grupos minoritarios y entre los estudiantes de algunas regiones del país como las zonas rurales y la zona sureste, en donde los recursos para la educación son tradicionalmente inferiores a la norma nacional. Estos resultados no son consistentes con la teoría que achaca la culpa enteramente al ambiente del hogar, al aumento en el uso de drogas o a una moral laxa entre la juventud actual, todo lo cual puede esperarse que distribuya los problemas de forma más o menos uniforme entre los estudiantes de todas las edades, niveles de habilidad y antecedentes educativos. Los resultados son consistentes con las siguientes características del sistema educativo norteamericano:

- *Un enfoque uniforme en la educación en todo el país, con poca o ninguna atención a la amplia gama de estilos de aprendizaje, antecedentes culturales y niveles de capacidad intelectual y curiosidad que caracterizan a cada población estudiantil.*

Ya que las clases y tareas están dirigidas a los estudiantes de habilidades bajas o promedio, se provoca una deficiencia en las habilidades de razonamiento superiores, como ha sido observado. Minimizar la cantidad y nivel de la instrucción en ciencias y matemáticas, lo que requiere muy poca lectura, y el asignar una cantidad mínima de tarea, casi garantiza el bajo desempeño observado en las preguntas de mayor nivel de NAEP y en pruebas internacionales.

- *Planes de estudio deficientes y escasos recursos para infraestructura educativa, especialmente en ciencias y matemáticas.*

Los estudiantes más brillantes de los países europeos y asiáticos, con los que Estados Unidos compite técnica y económicamente, reciben muchas más horas de instrucción en estas áreas que los estudiantes estadounidenses. Muchas escuelas estadounidenses se caracterizan por salones poco confortables y con

A pesar de sus deficiencias académicas, los estudiantes universitarios actuales serán los científicos e ingenieros de la siguiente generación.

exceso de estudiantes, libros de texto inadecuados e instalaciones de laboratorios escasas o nulas.

- *El requerimiento de que los estudiantes lleven a cabo prácticamente toda su aprendizaje escuchando las clases, leyendo libros y haciendo sus tareas individualmente.*

Tanto la observación empírica como la investigación en situaciones controladas, han mostrado repetidamente que la instrucción más efectiva ocurre cuando los estudiantes participan activamente —experimentando, discutiendo ideas, probando

hipótesis y aprendiendo uno de otro en un ambiente que favorezca la cooperación entre ellos (Cooper *et al.*, 1990; Landis, 1991). Sin embargo, en la mayoría de las clases los estudiantes son relegados a papeles pasivos y competitivos. Probablemente no es una coincidencia que esta forma de instrucción sea dominante entre los años cuarto y quinto, justamente en el momento en que empiezan a aparecer disparidades entre lo que a los estudiantes se les enseña y lo que realmente saben.

- *Una escasez severa de profesores calificados, causada en parte por el bajo estatus social y económico y las pobres condiciones de trabajo asociados a la profesión docente.*

Aun cuando un distrito escolar decida dar una instrucción diferenciada a estudiantes con diferente nivel en sus habilidades en un ambiente activo y cooperativo, los profesores con el entrenamiento y la habilidad de llevarlo a cabo son escasos y su número está disminuyendo. En ciencias y matemáticas, la necesidad de ellos es más aguda en los niveles superiores. La “nueva matemática”, introducida en la década de los sesenta no fracasó porque fuera intrínsecamente muy difícil, sino porque la mayoría de los maestros no tenían la preparación y la comprensión de la disciplina necesarias para hacerla accesible a sus estudiantes.

La evidencia adicional de que la educación pre-universitaria es la principal responsable del bajo desempeño de los estudiantes se encuentra en el éxito de ciertos programas de ingeniería para grupos minoritarios. La permanencia de estudiantes afroamericanos en programas especiales de la Universidad de California a lo largo de tres años, fue del 64%, comparado con un 13% de este mismo grupo étnico en programas tradicionales. En la Universidad del Estado de California se obtuvieron resultados similares con estudiantes afroamericanos (la permanencia de estudiantes en programas especiales fue del 79%; entre los no participantes: 30%), y para mexicano-americanos, los resultados fueron semejantes en ambas universidades (57% *vs.* 21% en la Universidad de California, 88% *vs.* 41% en la Universidad del Estado de California) (Landis, 1991). La característica principal de estos programas especiales fue un ambiente activo y colaborativo bajo

la dirección de profesores bien entrenados. Si la presencia de estos factores puede provocar tan dramática mejoría en el desempeño de los estudiantes, es razonable inferir que su ausencia puede ser significativa para provocar un bajo desempeño.

Un enfoque equivocado

Desafortunadamente, muchas personas que pueden ser reformadoras del sistema educativo ignoran o no dan importancia a los datos y culpan del bajo desempeño académico a una supuesta disminución en el nivel de exigencia escolar que se inició en la década de los sesenta. Un remedio que se propone comúnmente es “regresar a los métodos tradicionales”, que para muchas personas significa aumentar el adiestramiento repetitivo en el vocabulario básico y en los conocimientos de ciencia y matemáticas que se cubren en los niveles más bajos de pruebas estandarizadas.

Sin embargo, este análisis es simplista y equivocado. La declinación en las calificaciones de los exámenes de admisión a las universidades que provocaron la retórica de “regresar a lo tradicional”, empezó a revertirse en los niveles inferiores a principio de los setenta, mientras la reforma educativa de los sesenta estaba de moda. Aún más, las peores deficiencias —antes y ahora— no se observan en las habilidades inferiores, sino en las superiores, las que no se desarrollan con métodos de enseñanza tradicionales. Es poco probable que un énfasis mayor en las habilidades básicas corrija los problemas más serios de calidad que enfrentamos. Tampoco la respuesta está en la política de “libertad de elección” que permitiría que los padres con recursos económicos manden a sus hijos a escuelas privadas, parroquiales o escuelas públicas “buenas”, pues esto provocaría que éstas tengan exceso de población y el resto de las escuelas públicas sean basureros para los menos privilegiados. La pregunta, entonces, es ¿qué ayudará?

Solución a corto plazo: el papel de las universidades

Es evidente que la verdadera solución de la calidad de los estudiantes no se encuentra en las universidades. Para cuando los jóvenes llegan a ese nivel, ya están básicamente formados. Aun cuando los profesores traten de remediar los deficiencias y hasta sean muy eficientes en lograrlo, sólo están recuperando el tiempo perdido. Si los problemas se van a resolver a largo plazo, se debe llevar a cabo una reforma de la educación preuniversitaria. Aun cuando la reforma tenga éxito, sus efectos se apreciarán en el nivel universitario después de varias décadas. A pesar de sus deficiencias académicas, los estudiantes universitarios actuales serán los científicos e ingenieros de la siguiente generación. Ayudarlos a superar esas deficiencias es una función vital de las universidades.

Un impedimento serio para el cumplimiento de esta función es una creciente divergencia entre los profesores y los alumnos.

Un impedimento serio es una creciente divergencia entre los profesores y los alumnos

Muchos estudiantes que inician sus estudios universitarios tienen una mala preparación académica, no están muy motivados para estudiar y son incapaces de resumir la información importante de clases y lecturas. El cuerpo docente de las universidades, por otro lado, está cada vez en mayor proporción, formado por personas con doctorado que se consideran a

sí mismos como investigadores (Felder, 1984). Por lo tanto, han surgido divergencias entre la forma en que los estudiantes aprenden y la forma en que los profesores enseñan (Felder y Silverman, 1988; Felder, en prensa; Tobias, 1990). Los estudiantes, que crecieron con la televisión y están acostumbrados a obtener información visualmente, son forzados a aprender con base en clases y lecturas. Los estudiantes que piensan en forma concreta —que comprenden mejor los hechos, los datos y las demostraciones— son instruidos principalmente con abstracciones —teorías generalizadas y análisis matemáticos.

Este proceso no está funcionando: muchos de nuestros estudiantes simplemente no pueden absorber el material que se les trata de enseñar de esa forma. El resultado es que se aburren, no ponen atención y se distraen en clase, se decepcionan del curso, del plan de estudios y de sí mismos, se cambian de carrera o dejan los estudios. Los profesores ven las bajas calificaciones, los alumnos apáticos, la baja asistencia y las deserciones y saben que algo está mal. Pueden tomar una actitud defensiva u hostil hacia los estudiantes (lo que empeora las cosas) o se preguntan si se encuentran en la profesión correcta. Lo más preocupante es que la sociedad pierde profesores que potencialmente pueden ser excelentes.

Para remediar estos problemas, los profesores deben impartir los cursos de ciencias y matemáticas de una forma más o menos compatible con el estilo de aprendizaje de los estudiantes (Felder y Silverman, 1988). En todos los cursos deben tratar de:

- *Equilibrar la información concreta —descripciones de fenómenos físicos, resultados de experimentos reales o simulados, demostraciones y algoritmos para la resolución de problemas— con información conceptual —teorías, modelos matemáticos y material que enfatice los conceptos básicos.*

Es posible motivar la comprensión del material teórico con la previa presentación de fenómenos que la teoría ayudará a explicar y problemas que ayudará a resolver. Se debe favorecer la enseñanza inductiva —presentar la descripción experimental antes que los principios generales— y que los estudiantes vean qué tanto pueden lograr al inferirlos.

- *Utilizar extensamente en las clases gráficas, dibujos, esquemas, diagramas de vectores y demostraciones físicas además de la explicación oral y escrita y las derivaciones.*

La mayoría de los estudiantes *aprenden visualmente*; absorben lo que ven mucho mejor que lo que oyen o leen. Su retención del material presentado en un periodo de 50 minutos de palabras y fórmulas será bajo, y su comprensión y retención a largo plazo de ese material será insignificante.

● *Dejar el método de instrucción tradicional en donde el profesor da la clase y escribe y los estudiantes pasivamente escuchan y copian, y reemplazarlo por un paradigma de aprendizaje activo y cooperativo.*

Asigne problemas para resolver en grupo durante la clase. Aliente u obligue que las tareas se hagan en grupo. Se ha reportado que los estudiantes que participan en grupos de trabajo —tanto durante la clase como fuera de ella— obtienen mejores calificaciones, muestran más entusiasmo por su disciplina y mejoran su probabilidad de terminar sus estudios respecto a sus compañeros en clases tradicionales y competitivas (Cooper *et al.*, 1990).

No se trata de que los profesores hagan todo esto de inmediato. Más bien, deben tomar una o dos de estas técnicas y probarlas en un curso, mantener las que funcionan, eliminar las que no funcionan y probar una o dos más en otro curso. Se puede desarrollar un sistema de aprendizaje más cómodo y efectivo y lograr así un efecto potencialmente dramático en la calidad de la enseñanza. No será suficiente para que todos los estudiantes se conviertan en los ingenieros y científicos competentes, productivos e intelectualmente curiosos que todos deseamos que sean, pero puede ser un inicio excelente.

Solución a largo plazo: el papel de las escuelas públicas

Antes de que las escuelas de nivel preuniversitario empiecen a producir un número importante de graduados con curiosidad intelectual, con una cultura adecuada, competentes en el aspecto científico y con conciencia social, deben enfrentarse varios problemas del sistema educativo:

1. la escasez de un número adecuado de profesores calificados;
2. planes de estudio deficientes y recursos educativos inadecuados;
3. ambientes predominantemente pasivos y competitivos desde el quinto año;
4. el fracaso en atender las necesidades educativas de los estudiantes más brillantes.

Este diagnóstico sugiere que los profesores y los directores, los consejos de educación, las legislaturas de los estados y las agencias de financiamiento educativo públicas y privadas deben trabajar juntos para remediar los problemas implementando los siguientes pasos:

● *Lograr que la actividad docente sea atractiva para los mejores egresados de las universidades.*

Se deben ofrecer salarios semejantes a los de profesionales en otras actividades que requieren capacidad y habilidades comparables, con suplementos a profesores en disciplinas o distritos escolares en donde haya escasez. Se deben eliminar las responsabilidades no docentes de los profesores —atención de la cafetería, de los camiones de reparto de estudiantes, papeleos interminables— para que puedan dedicarse de tiempo completo a la planeación, instrucción y evaluación. Se deben proporcionar salones y recursos educativos de primera clase (como laboratorios, equipos y reactivos, computadoras y programas educativos). Se debe dar a los profesores el derecho y la responsabilidad de participar activamente en la creación de los planes de estudio y en la determinación de las políticas y procedimientos académicos.

● *Establecer un ambiente activo y de cooperación.*

Investigaciones extensas han mostrado que una clase tradicional es el método docente menos efectivo para lograr objetivos que no sean la retención a corto plazo de algunos datos. Cuando se coloca a los estudiantes en un ambiente educativo que les da la oportunidad de aprender activamente —desarrollando experimentos, probando ideas, discutiendo, haciendo debates, descubriendo, trabajando en grupo, enseñándose uno a otro— aprenden mejor.

● *Proporcionar actividades docentes diferenciadas y apoyar los diferentes niveles de habilidad.*

Ofrecer cursos complementarios a quienes los necesitan, pero también dar a los más talentosos la estimulación y el reto necesario para que sus habilidades florezcan y se desarrollen. Mejorar los recursos para la asesoría de apoyo a aquellos cuyo ambiente familiar y grupo de compañeros los pone en riesgo de un fracaso académico.

● *Desarrollar la cooperación entre las escuelas y las universidades y entre las escuelas y la iniciativa privada para dar experiencia y apoyo financiero a las escuelas.* (Lambert *et al.*, 1987; Baker, 1992; Kuni-sawa, 1988)

No hay duda que estos pasos mejorarían el nivel de desempeño en la dirección deseada. Desafortunadamente, la mayoría cuestan dinero —mucho más del que cuesta insistir en la repetición de pautas tradicionales de enseñanza—, lo que puede ser económicamente atractivo, pero que no logrará dar los buenos resultados esperados. Llevar a cabo estos pasos requerirá de una mayor asignación de recursos, siempre y cuando esta inversión se emplee para mejorar la educación y no simplemente para crear más administradores de la educación. Si consideramos el costo que tiene para el país el no hacer los cambios, es un compromiso que vale la pena asumir.

Literatura citada

- Appleby, A., J.A. Langer y I.V.S. Mullis, *Crossroads in American Education*, Reporte No. 17-OV-01, Educational Testing Service, Princeton NJ (Feb., 1989)
- Atkinson, R.C., presentación en la reunión nacional de la *American Association for the Advancement of Science*, Nueva Orleans (Feb. 18, 1990).
- Baker, D.F., "Technical Literacy: The Key to Insuring Our Future", *Chem. Eng. Progress* 88 [4], 81 (Abril, 1992).
- Bonwell, C.C. y J.A. Eison, "Active Learning: Creating Excitement in the Classroom", *ASHE-ERIC Higher Education Report* No. 1, George Washington Univ., Washington DC (1991).
- Boyer, E.L., *High School: A Report on Secondary Education in America*, Harper & Row, Nueva York (1983).
- Columbia Univ., *International Science Report Card, The Second IEA Study*, Teachers College, Nueva York (1988).
- Comber, L.C. y J. Keeves, *Science Education in Nineteen Countries*, por el Intl. Assn. for the Evaluation of Educational Achievement, Halsted Press, Nueva York (1973).
- Cooper, J., S. Prescott, L., Cook, L., Smith, R. Mueck y J. Cuseo, *Cooperative Learning and College Instruction*, Calif., State Univ. Foundation, Long Beach, CA (1990).
- Dossey, J., I.V.S. Mullis, M.M. Lindquist, y D.L. Chambers, *The Mathematics Report Card: Are We Measuring Up?*, Reporte No. 17-M-01, Educational Testing Service, Princeton, NJ (Enero, 1990).
- Educational Testing Service, *The Reading Report Card: Progress Towards Excellence in Our Schools*, Reporte No. 15-R-01, Princeton, NJ (sin fecha).
- Erlich, E., "America's Schools Still Aren't Making the Grade" *Business Week*, p. 129 (Sept. 19, 1988).
- Felder, R.M., "Does Engineering Education Have Anything to Do with Either?", *Eng. Ed.*, 75[2], 95 (1984).
- Felder, R.M. y L.K. Silverman, "Learning and Teaching Styles in Engineering Education", *Eng. Ed.*, 78 [7], 674 (1988).
- Felder, R.M., "Reaching the Second Tier: Learning and Teaching Styles in College Science Education", *J. of Coll. Sc. Teach.* (en prensa).
- Grayson, L.P., "Leadership or Stagnation: A Role for Technology in Mathematics, Science and Engineering Education", *Eng. Ed.*, 73, p. 356 (Feb., 1983).
- Grayson, L.P., "Japan's Intellectual Challenge: The System" *Eng. Ed.*, 74, 210 (Enero, 1984).
- Green, K.C. "A Profile of Undergraduates in the Sciences", *American Scientist*, 77, 475 (1989).
- Kunisawa, B.N., "A Nation in Crisis: The Dropout Dilemma", *NEA Today*, p. 61 (Enero, 1988).
- Lambert, L.M., D.J. Pease y B.M. Florini, "University-Level Computer Engineering in High Schools: Syracuse University Project Advance", *Eng. Ed.*, 78, 58 (Oct., 1987).
- Landis, R.B., *Retention by Design: Achieving Excellence in Minority Engineering Education*, Nat. Action Council for Minorities in Engineering, Nueva York, (1991).
- Meade, J., "The Ultimate Test", *ASEE Prism*, p. 16 (Enero 1992).
- Mullis, I.V.S. y L. Jenkins, *The Reading Report Card, 1971-1988*, Reporte No. 19-R-01, Educational Testing Service, Princeton, NJ (Enero, 1990).
- Mullis, I.V.S., E. Owen y G. Phillips *Accelerating Academic Achievement*, Reporte No. 19-OV-01. Educational Testing Service, Princeton, NJ (Sept., 1990).
- Mullis, I.V.S., J. Dossey, E. Owen y G. Phillips, *The State of Mathematics Achievement*, Reporte No. 21-ST-04, Educational Testing Service, Princeton, NJ (Junio, 1991).
- National Research Council, *Everybody Counts: A Report for the Nation on the Future of Mathematics Education*, National Academy Press, Washington DC (1989).
- Oficina del Congreso, *Trends in Educational Achievement*, Congressional Budget Office, Washington, DC (1986).
- Owen, E.H., *Trends in Academic Progress*, Educational Testing Service, Princeton, NJ (Sept., 1990).
- Senado de los Estados Unidos, *A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform*, National Comm. on Excellence in Education, impreso en Senate Congressional Record, S6059-6065 (Abril, 1983).
- Tobias, S., *They are Not Dumb, They are Different: Stalking the Second Tier*, Research Corporation, Tucson, AZ (1990).
- Travers, K., y C. McKnight, "Mathematics Achievement in U.S. Schools: Preliminary Findings from the Second IEA Mathematics Study", *Phi Delta Kappan*, 66, 407 (Feb., 1985).
- U.S. Students Perform Poorly on Science Tests, *Chem. & Eng. News*, p. 8 (Sept., 1987).
- Vetter, B.M., *Professional Women and Minorities*, 9a. Ed., Comm. on Professionals in Science and Technology, Washington, DC (1991).

R.M. Es profesor Hoechst Celanese en el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad del Estado de Carolina del Norte, Raleigh, NC (919/515-2327, Fax: 919/515-3465). Sus áreas de interés incluyen la manufactura asistida por computadora de productos químicos de especialidad, simulación y optimización de procesos químicos y metodologías para la educación de la ingeniería. Es coautor del libro *Elementary Principles of Chemical Engineering* y autor y coautor de más de 100 artículos técnicos. Tiene estudios de licenciatura del City College de Nueva York y PhD de la Universidad de Princeton, ambos en ingeniería química. Trabajó en el Atomic Energy Research Establishment (Harwell) en el Reino Unido y en el Laboratorio Nacional Brookhaven antes de unirse a la Universidad del Estado de Carolina del Norte. Ya que ha recibido numerosos premios por su trabajo y publicaciones en la educación de la ingeniería, fue elegido para dar una conferencia en el AIChE en 1991.

G.N. Felder es estudiante de Oberlin College, Oberlin OH, y se especializa en física.