

## SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA

J. M. GUTIERREZ-VAZQUEZ\*

El prestigio social de la ciencia y de la investigación científica y tecnológica se ha deteriorado en los últimos años, en México y en muchos otros países. Pero aun cuando dicho crédito tenía mayor altura, digamos hace unos 15 o 20 años, era regla entre la población adulta (con estudios superiores o sin ellos), como lo sigue siendo ahora, el no saber cómo preparar una dieta balanceada, cómo evitar las enfermedades y los accidentes más comunes y qué deberíamos hacer para no dañar el medio ambiente.

Por otra parte, en reuniones de diverso tipo nos cercioramos reiteradamente de la incapacidad de tantos científicos para comunicarse con la gente, mientras la visita a clases de ciencias en escuelas primarias y secundarias nos sobrecoge al encontrarnos a centenares de jóvenes (y a sus maestros) entregados sin convicción a machacar memorizando (o intentándolo al menos) los nombres de los 206 huesos del cuerpo humano (ulna, radio, semilunar, escafoideo, triquetro, trapecio...), los nombres de los 25 órdenes de la clase insecta (ortópteros, isópteros, neurópteros, hemípteros, homópteros, mecópteros...), o los diferentes tipos de bordes en las hojas de las plantas superiores (entero, ondulado, festonado, crenado, aserrado, dentado, lobulado...).

Preocupado por hechos e indicadores tan inquietantes como los anteriores, y descartando entre ellos una relación de causa efecto -ya que estos problemas se insertan en un contexto más amplio de carácter económico, social, cultural y político- intento compartir con el lector algunas ideas referentes a una posible (quisiera decir probable, pero no puedo) mejoría en la enseñanza de la ciencia y la tecnología en nuestro país.

Cuando se pretende mejorar la enseñanza de la ciencia y la tecnología en México, y sobre todo superar la etapa actual de su quehacer científico y tecnológico mismo, las acciones prácticamente se han concretado a crear algunos centros de excelencia al más alto nivel educativo y de investigación. Acciones como las que produjeron los libros de texto gratuitos de Ciencias Naturales para la educación primaria de 1972 a 1974 permanecen aisladas, y de hecho en los últimos años se han producido nuevas libras, para los primeros dos grados, que desandan el camino de los anteriores. Mientras tanto, la inscripción relativa en facultades y escuelas de ciencias continúa bajando en todo el país, y las facultades y escuelas de ingeniería se han unido recientemente a este descenso. En las instituciones que ofrecen maestrías y doctorados en ciencias y/o en tecnología con base en programas de cierto rigor académico, justamente en esos centros de excelencia del más alto nivel creados por el Estado, comienza a disminuir la demanda de ingreso; podría llegar a darse el caso de que estos centros no tuviesen a quién transmitirle su excelencia. Es claro que estos efectos no tienen una causa simple y única; sin embargo, también resulta evidente que si se quiere modificar un sistema no basta con actuar sólo sobre su cúspide. La calidad de la enseñanza de la ciencia y la tecnología al más alto nivel junto con los logros científicos y tecnológicos de nuestro país, serán mejorados cuando actuemos sobre toda la estructura de la actividad científica y tecnológica y, dentro de ella, por supuesto, en todos los niveles del sistema educativo nacional. Dentro de este marco resulta de singular torpeza el seguir manteniendo a científicos e investigadores experimentales y sociales del más alto nivel académico, alejados de los problemas del desarrollo de la enseñanza básica. Querer mejorar la enseñanza de la ciencia y la tecnología en educación básica sin el concurso de científicos y tecnólogos (y no solamente de quienes ostenten tales títulos, sino de quienes lo sean realmente), resulta tan necio como querer hacerlo sin el concurso creativo de profesores de ese nivel.

Otro asunto que también nos preocupa: en el mundo de nuestros días, en el que la vida diaria se desenvuelve llena de tan numerosos aportes de la ciencia y la tecnología, en el que esa vida diaria nos sigue presentando innumerables problemas susceptibles de ser atacados a través de la ciencia y la tecnología, el analfabetismo científico y tecnológico resulta casi tan grave como el analfabetismo referido al lenguaje escrito. Una parte importante de nuestra población no fue nunca a la escuela, o bien cursó menos de tres grados en la

---

\*Departamento de Investigaciones Educativas, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México.

escuela primaria; pero por desgracia el analfabetismo científico comprende no solamente a esta parte de nuestra población, sino que se extiende a muchos de quienes han terminado su educación primaria e incluso la secundaria. A diario podemos constatar comportamientos individuales y colectivos que contradicen las normas más elementales de buenos hábitos alimentarios e higiénicos en general, del mejoramiento ambiental y aun de la mera conservación del ambiente, del buen uso de los energéticos y de los recursos naturales en general; mientras tanto, mitos y supersticiones proliferan y se extienden. Una vez más las causas de todo esto son múltiples y complejas, a pesar de lo cual no puede soslayarse que la calidad de la educación científica y tecnológica que se imparta juega un papel fundamental en la calidad de la vida de la comunidad que se considere. Por lo demás, y dada la ineficiencia del sistema educativo ya mencionada, resulta de enorme trascendencia el convencimiento de que la enseñanza de la ciencia y la tecnología no puede constreñirse al sistema educativo formal, sino que habrá de abordarse también a través de una gran diversidad de modalidades y procedimientos no formales que alcancen a la población adulta en sus lugares de trabajo y de reunión, así como en su domicilio.

Resulta claro que para mejorar aspectos cuantitativos en un sistema educativo (número de escuelas, de aulas, de profesores, y por lo tanto, cuando menos en parte, atención a las demandas real y potencial; producción de auxiliares didácticos en número suficiente; cobertura geográfica nacional o estatal; etc.), las iniciativas y programas generados centralmente (gobiernos federal y estatales) resultan de importancia determinante o definitiva. Las acciones generadas por el centro también son eficientes, debe señalarse, cuando se trata de cambios importantes en la estructura educativa (v. gr., nivel preescolar reducido a un año en lugar de dos durante el presente sexenio) o en el contenido del currículo (v. gr., inclusión de la educación sexual en planes, programas y libros de texto gratuitos para la educación primaria durante el sexenio de Echeverría). Sin embargo, tales iniciativas y programas (en ocasiones denominados de arriba hacia abajo), que logran por lo general una difusión horizontal muy amplia, no consiguen el mismo éxito en cuanto a otra dimensión del quehacer educativo: la profundidad deseada en el proceso de enseñanza-aprendizaje; en suma, que no se logran completamente las metas en cuanto a la calidad de la educación.

Constatado este hecho, comienza a generalizarse entre los educadores la idea de que las innovaciones cuya implantación se destina al diario quehacer docente, pueden ser mejor iniciadas dentro de la escuela misma (iniciativas y programas que en ocasiones se denominan de abajo hacia arriba); innovaciones de este tipo, cuando son iniciadas y conducidas centralmente, corren el peligro de no llegar a ser nunca establecidas en el salón de clase. Debe también precisarse que los dos tipos de acción no son contradictorios ni se sustituyen uno al otro; ambos son necesarios y se complementan mutuamente. Por eso resulta indispensable que las instituciones centrales (gobiernos federal y estatales) no sólo permitan sino que apoyen iniciativas y proyectos que partan de la escuela, los cuales tendrán a mediano y largo plazo una incidencia definitiva en la calidad de la educación y complementarán las acciones de las dependencias centrales.

Todo avance en educación que sea verdadero y legítimo implica una modificación de la realidad educativa, modificación que habrá de fundamentarse en un conocimiento razonable de dicha realidad. Cuando se ha tratado de enriquecer la enseñanza de un área educativa determinada renovando sus contenidos y difundiendo metodologías más modernas y participativas para su enseñanza, los logros han sido muy limitados en alcance y profundidad; esta aproximación modernizante implica una incomprensión del proceso educativo como fenómeno social en el que confluyen y participan, como ya se dijo, un sinnúmero de factores y componentes de tipo social, político, económico y cultural. De ahí que tanto el conocimiento de la ciencia y la tecnología como el de su enseñanza no baste para comprender cabalmente esta parte del quehacer educativo y mucho menos para planear, organizar, implantar y evaluar programas para el mejoramiento de la misma. La realidad educativa, ella o cualquiera de sus partes, habrá de ser estudiada, comprendida y después modificada merced a un enfoque multi e interdisciplinario, en el que no bastan profesores, físicos, químicos, biólogos, ingenieros, etc.; es necesaria también la participación de psicólogos, sociólogos, economistas, antropólogos, etc., así se trate solamente de la enseñanza de la ciencia y la tecnología. En el mismo sentido, si los profesores de ciencia y tecnología han de desarrollar su capacidad, sus destrezas y sus habilidades profesionales, será a través de la comprensión del proceso educativo en su múltiple significación y no solamente en virtud del dominio de los contenidos y de la metodología de la enseñanza. En todo esto, los enfoques fragmentarios o parciales están

condenados a un éxito exiguo, cuando no al fracaso completo.

La enseñanza de la ciencia y la tecnología no logrará los objetivos formativos que pretende, mientras siga gravitando alrededor de la pretendida transmisión de una serie de conocimientos mal organizados, lo que no resulta de utilidad para quienes van a ser científicos y tecnólogos, para quienes van a estudiar cualquier otra carrera, y mucho menos para aquellos que se ven obligados a abandonar el sistema educativo antes de acreditar algún ciclo terminal. Los aprendizajes formativos, aquellos que nos permitirán aprender durante toda la vida por nosotros mismos, aquellos que posibilitarán que aprendamos de la vida y de la realidad y no solamente de los libros, se adquieren principalmente durante experiencias educativas en las que los conocimientos y las leyes no se reciben pasivamente sino que se elaboran y se construyen a partir del estudio de los hechos; una vez elaborada y construida a partir de la realidad la teoría se convierte en un arma poderosa para volver al estudio de la realidad misma. Así ocurre en la investigación científica y en la investigación tecnológica, y así debería ocurrir tanto en la enseñanza de la ciencia y la tecnología como en cualquier programa que en los hechos persiguiera mejorarla. En la práctica esto también ocurre en la vida diaria la gente aprende principalmente a través de lo que hace y de lo que le sucede, más que a través de lo que se le dice o de lo que lee; a partir de su experiencia, la gente construye conceptualizaciones y generalizaciones con las que enfrenta mejor la vida cotidiana. De la misma manera, la gente muestra lo que realmente sabe más a través de lo que hace que de lo que dice. Todo esto debe tomarse en cuenta en el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como en la evaluación del aprendizaje.

Lo anterior está muy relacionado con nuestros conceptos de lo que es ciencia y de lo que es tecnología. La ciencia ha sido conceptualizada por nuestro sistema educativo solamente como un conjunto ordenado y sistematizado de conocimientos establecidos sobre lo que ocurre en la naturaleza, en tanto que el propio sistema ha conceptualizado casi siempre a la tecnología como el conocimiento, mantenimiento y uso de herramientas, máquinas y piezas de equipo diversas. Ambas concepciones son erróneas, pues sólo muestran un aspecto (el menos creativo) tanto de la ciencia como de la tecnología. La ciencia no es solamente el conocimiento acumulado, sino el proceso sistemático y disciplinado de generación de nuevo conocimiento; ciencia es lo que sabemos como científicos, pero también los métodos, procedimientos y maneras para averiguar lo que, como científicos, todavía no sabemos; ciencia es saber pues, pero también es quehacer. Lo mismo pasa con la tecnología: manejar, mantener o reparar un torno, una fresadora o un sistema de control automatizado es técnica, pero no es tecnología; como la ciencia, la tecnología es también un proceso, un proceso disciplinado (dentro del cual el pensamiento reflexivo y la creatividad juegan un papel tan importante como en la ciencia) durante el cual los recursos y conocimientos con los que se cuenta son usados en la solución práctica de problemas previamente identificados por las necesidades humanas. Identificar a la ciencia con el trabajo intelectual y a la tecnología con el trabajo físico o manual es un error de incalculables consecuencias en los dos sentidos. Sus implicaciones para la enseñanza y para la actividad científica y tecnológica misma de nuestro país no podrían ser sobrevaloradas.

La escuela aborda a menudo la enseñanza de la ciencia y la tecnología (de hecho acostumbra hacerlo igual con todas las áreas del conocimiento) como algo ajeno a la vida diaria, como algo extraño y complicado que no forma parte de nuestra manera de ser, de nuestra manera de vivir. Acostumbra también presentar a la ciencia y a la tecnología como una actividad privativa de seres superdotados, “los científicos”, con lo cual refuerza el criterio de que la ciencia es algo superior y que poco tiene que ver con la vida común y corriente, la de todos los días. Resulta, entonces, de gran importancia rescatar durante su enseñanza, tanto para la ciencia como para la tecnología, su relación con los problemas más importantes de la sociedad en general y de la nuestra en particular, así como con la vida y las necesidades concretas de todos nosotros en tanto individuos. Tanto la ciencia como la tecnología son partes activas y muy importantes de nuestra cultura, y como tales deben ser practicadas y enseñadas, y por esto es que resulta fundamental no organizar dicha enseñanza solamente con base en estructuraciones lógicas, psicológicas y pedagógicas, sino tomar en cuenta también el contexto sociocultural en el que se enseña.

Ignorar el contexto es causa frecuente de fracaso en la enseñanza, la cual queda transformada en un intento arrogante de imposición cultural que provoca conflictos, rechazo, frustración y desengaño. La gente tiene sus propias maneras de hacerse de conocimientos y de legitimarlos. Tales conocimientos y, sobre todo, los proce-

dimientos de que la gente se sirvió para obtenerlos y validarlos, tienen que ser considerados y comprendidos por el educador, si éste aspira a que sus alumnos participen realmente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

A todos preocupa cada vez más la excesiva asimetría casi siempre presente en el quehacer de los sistemas educativos, sobre todo aquella que nos divide en educadores y educandos, en quienes enseñamos y quienes aprenden; en el fondo, la asimetría que distingue a quienes hablamos de quienes callan, a quienes ordenamos de quienes obedecen. Esta asimetría viciosa, reflejo una vez más de la asimetría presente en las relaciones sociales, tiene muchísimas consecuencias, entre las que destaco tres la primera, que es en virtud de dicha relación asimétrica que, al menos en parte, los sistemas educativos intentan legitimar la injusticia social, las carencias sociales, la distribución inequitativa de los productos del trabajo y las torcidas relaciones de producción; la segunda, que esta asimetría nos impide a los educadores aprender de nuestro quehacer, aprender de quienes aprenden con nosotros, que esta asimetría, en fin, es uno de los factores importantes que impiden que los educadores nos eduquemos; y la tercera, consecuencia de las anteriores, que esta asimetría constituye factor importante en el fracaso escolar, en cuanto que entorpece o tuerce el desarrollo personal a que, como seres humanos, nuestros alumnos tienen derecho. No es sencillo establecer relaciones simétricas entre personas con fuertes diferencias en edad, en preparación, en estilos de vida, en cultura; sin embargo, la simetría debe intentarse, pues es gracias a ella que todos los participantes en un proceso pueden aportar de manera creativa a su desarrollo. Estas consideraciones sobre la simetría, la participación y la creatividad pueden extenderse en muchos sentidos; por ejemplo, es experiencia nuestra y de otros grupos, y la práctica regular de estas ideas en varios países así lo atestiguan, que la gente mejora notablemente los resultados de su trabajo cuando participa activamente en el planeamiento, organización, instrumentación y evaluación de las labores que desempeña y de los materiales que usa. En tareas de mejoramiento de la enseñanza de la ciencia y la tecnología, la participación simétrica de profesores, alumnos, científicos experimentales, tecnólogos y científicos sociales, en esquemas que hasta ahora no hemos intentado, asegurará el enriquecimiento de todos los participantes y el mejor desarrollo de la enseñanza de nuestras disciplinas.