

INTERVENCIÓN DEL DOCTOR ANTANAS MOCKUS  
PROFESOR ASISTENTE DEL DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD NACIONAL

### **Capacidad nacional en ciencia y tecnología y formación básica**

Este foro ha permitido constatar un creciente consenso en torno al reconocimiento de un hecho muy simple: la consolidación de una capacidad nacional en ciencia y tecnología es una opción urgente estratégicamente decisiva para el futuro del país. Es además una opción que comienza a encontrar argumentos a su favor tanto en algunas realizaciones científicas y tecnológicas llevadas a cabo en el país como en el análisis de procesos de desarrollo en países similares al nuestro. En Colombia, a juzgar por lo expresado en este foro, el Estado y el sector privado en sus diversas expresiones gremiales reconocen hoy —muchas veces obligados por el curso de los hechos mismos— la pertinencia del desarrollo científico y tecnológico. Buena parte de la retórica de hace veinte años se ha tornado hoy en expresión de un realismo de sentido común.

La estrecha dependencia entre ciencia, técnica y desarrollo económico puesta de manifiesto a nivel mundial en la última década nos coloca, desde el punto de vista de los intereses nacionales, ante la necesidad estratégica de formar un cuerpo selecto de expertos en ciencia y tecnología y de ofrecerle las condiciones institucionales para una labor eficaz. El país requiere de este tipo de élite. El propósito de formarla puede parecer muy restringido y modesto. Pero no lo es. Significa en términos reales multiplicar por lo menos por dos o por tres nuestro actual número de investigadores y de especialistas altamente calificados. El establecimiento de estudios de doctorado en el país es uno de los medios decisivos (a condición de que Estado y las sociedades científicas impidan que se repita el conocido proceso de deterioro asociado a la proliferación de programas de magister). La cooperación internacional seguirá siendo un medio importante de cualificación, sobre todo si se asume con una cada vez mayor conciencia de opciones e implicaciones (no basta con escoger o negociar áreas de formación relevantes

para el país; a través de la persona formada en el exterior se transfieren implícitamente estilos de trabajo e incluso principios de selección y organización de los conocimientos).

Sin embargo, podría ser absurdo pretender consolidar una capacidad nacional en ciencia y tecnología sin modificar un conjunto de factores que recortan las posibilidades de que esa capacidad sea efectivamente empleada. Por ello, reconociendo la urgente necesidad de formar ese grupo de investigadores y expertos altamente cualificados, quisiera plantear una necesidad adicional (que a mi juicio la metáfora de la *masa crítica* no resuelve *per se*): *el país necesita cerrar la brecha entre esa élite y los distintos sectores de la actividad nacional*. Esta brecha se manifiesta en dos niveles: como deficiencias en *la articulación entre la investigación y las diversas prácticas específicas que le otorgan sentido y utilidad* y como ausencia del *acceso generalizado a los principios culturales y a las formas de comunicación y de entendimiento* que están en la base misma del moderno desarrollo social y tecnológico. En ambos niveles esa brecha puede y tal vez debe ser atacada.

En primer lugar, en la medida en que no se constituye el espectro de especialistas y de prácticas que permita la conexión entre la actividad especializada en ciencia y tecnología y los distintos sectores de la actividad social, la élite científico-técnica tiende a ser (especialmente en nuestros países) un injerto relativamente exógeno con precarias perspectivas de incorporación eficaz y, por ende, de reproducción y desarrollo. Posiblemente frente a la rápida evolución de la división internacional del trabajo no hay más remedio que favorecer el desarrollo de la división del trabajo en el país (esto hay que reconocerlo y aceptarlo aunque por otra parte se tenga conciencia de los efectos negativos de la división del trabajo). Por fortuna, básicamente a través de mecanismos de mercado o de mecanismos institucionales como los que en diversas intervenciones han sido señalados en el foro, se promueve (aunque sea lentamente) el surgimiento de la red de especialidades y prácticas requerida para permitir las conexiones y reelaboraciones necesarias para establecer un enlace significativo y productivo entre la investigación y los distintos sectores de la actividad nacional. En líneas generales el presente evento muestra que se ha avanzado bastante en este aspecto.

La otra brecha es mucho más problemática. Cerrarla significaría asegurar una formación científica básica para toda la población colombiana. Tal formación le permitiría ser más receptiva e incluso más activa en relación con el desarrollo tecnológico. Además ampliaría la base social de selección de la élite de expertos y especialistas. Estos dos aspectos se pueden considerar más detenidamente:

- En este foro se nos ha recordado el peso que siguen teniendo las innovaciones que provienen directamente de la capacidad crítica y de la creatividad de las personas directamente involucradas en los procesos de trabajo. En realidad diversas líneas de investigación surgidas en forma independiente (historia y sociología de las ciencias, antropología, sociolingüística y pragmática universal) sugieren que no se trata primordialmente de la posesión o no de capacidades individuales sino más bien de presencia o ausencia de ciertas tradiciones culturales, de ciertas modalidades de comunicación y de conocimiento que no brotan en los individuos de manera espontánea sino que se transmiten, conservan y desarrollan intersubjetivamente. En la medida misma en que se desarrolla la tecnología, esas tradiciones culturales requeridas por la innovación se encuentran cada vez más íntimamente ligadas a las instituciones educativas y dependen de éstas para su reproducción y desarrollo (se forman así *subculturas* cada vez más dependientes de la tradición académica). Si no procuramos seriamente un acceso mínimo del conjunto de las nuevas generaciones a las formas de comunicación y de conocimiento propias de esa tradición, es previsible que los procesos de innovación racional sigan siendo fenómenos aislados con reducido arraigo cultural.
- Se puede escoger procurar que la élite científico-técnica que nuestro país requiere tenga una composición que sea policlasista y que exprese en lo posible la diversidad cultural del país. O se puede también escoger no hacerlo. Es un problema de política nacional. De todas maneras, en la medida en que el conocimiento tiende a convertirse en la principal fuerza productiva, las desventajas de oportunidad en el acceso al mismo serán cada vez más reconocidas como oprobiosas. Ello puede parecer a la primera vista secundario, sobre todo desde un punto de vista de mera racionalidad económica. Pero no tomar en cuenta este problema sería favorecer la tendencia actual por la cual a la concentración de las distintas formas de propiedad económica tiende a *añadirse* el monopolio de las posibilidades de acceso al conocimiento. El esfuerzo de monopolizar tanto las fuentes de poder más tradicionales (económicas y políticas) como el acceso al saber puede ser la opción de los sectores pudientes y es posiblemente racional desde el punto de vista de sus intereses más inmediatos. Pero *a largo plazo* el contubernio excluyente entre propiedad y conocimiento puede amenazar la unidad nacional y provocar intentos de reconstruir esa unidad marginando y confrontando las minorías que se privilegian con él. El grado precario de desarrollo de la ciencia y la tecnología en Colombia puede estar relacionado con las resistencias de los sectores propietarios frente al proceso de diferenciación asociado a la creciente división del trabajo (en

particular frente a la hoy en día inevitable progresiva disociación entre la posesión económica de los medios de producción y su manejo real).

En resumen: fortalecer en términos humanos de alto nivel de cualificación la capacidad nacional en ciencia y tecnología es una decisión política legítima e inaplazable; queda pendiente la decisión de democratizar el acceso a los principios básicos del desarrollo científico y tecnológico. Esta es posiblemente otra decisión de carácter estratégico para los intereses nacionales.

¿Esta decisión puede esperar? Es posible que desde el punto de vista nacional convenga en este momento concentrar esfuerzos y recursos en la formación de una élite científico-técnica. Pero reconozcamos explícitamente que el aplazamiento requiere como mínimo que desde ya proyectemos para mejores tiempos la superación de una situación oprobiosa y limitante. Recordemos que la decisión actual significa privilegiar la cúpula de la pirámide en un país con un sistema educativo profundamente escindido y con graves deficiencias de calidad.

*El problema de la calidad de la educación en el país* es enorme en sus costos e implicaciones. Su solución requiere medidas drásticas y costosas como el desmonte de la doble o triple jornada en la educación básica o la utilización de estrategias de mejoramiento cualitativo distintas del diseño instruccional (como la formación y profesionalización adecuadas del magisterio). La jornada doble o triple y el diseño instruccional fueron dos estrategias que eventualmente podían justificarse como provisorias pero que en ningún modo pueden aceptarse como soluciones permanentes. Hay que señalar que ambas estrategias le fueron sugeridas a Corea del Sur por expertos norteamericanos en 1970; pero Corea —apoyándose en su crecimiento económico— pudo evitar la doble jornada (una de las “recomendaciones” que “política y socialmente causaban problemas”<sup>1</sup>).

En nuestro medio es muy difícil evaluar las consecuencias que tiene el acceso masivo a una educación literalmente *a medias*, donde el alumno se enfrenta a un educador que con gran frecuencia no ha tenido el mínimo acceso a los principios más elementales de la cultura académica y que a menudo dedica la jornada complementaria a actividades distintas de la preparación de clases y el perfeccionamiento pedagógico. En reciente foro sobre Educación y Democracia convocado

---

1. R. M. Morgan y C. B. Chadwick, “Tecnología educativa y desarrollo educacional en la República de Corea (1970-1979)” *Revista de Tecnología Educativa* No 3, Vol 4 (1978), O.E.A., Santiago de Chile, 1978, p. 316.

por la Universidad de los Andes me permití sugerir que una educación *de mentiras* sería una educación en la mentira (cualquier pretensión de formación moral en la escuela se vería radicalmente socavada por la falta de honestidad intelectual en el propio quehacer cotidiano de la escuela); si así fuera, el argumento de que *más vale poco que nada* (que puede tener validez frente a otras necesidades, como las de vivienda o de alimentación) podría resultar ilegítimo y contraproducente en educación.

En un nivel más realizable a corto plazo cabe por lo menos considerar la posibilidad de tomar las siguientes medidas:

- *Otorgarle prioridad desde la escuela primaria a la formación en lenguaje y matemáticas.* En efecto, la experiencia y los análisis desde distintas perspectivas sugieren que el fundamento de una formación sólida en las ciencias podría encontrarse más allí que en la enseñanza explícita y específica de rudimentos de ciencias naturales o sociales...<sup>2</sup>.
- Recuperar y darle un uso social al dispendioso trabajo realizado en el Ministerio de Educación Nacional para la redacción de los programas de lenguaje y de matemáticas (adelantado con la asesoría de los doctores Carlo Federici y Carlos E. Vasco) para la educación básica primaria. Esto significa hacer una labor de explicitación y de difusión que le permita a las instituciones formadoras de docentes y a los maestros tener un acceso a los *principios* sobre la base de los cuales se redactaron esos programas. Tal vez lo más valioso de la realización de esos programas no es el resultado (un conjunto de instrucciones detalladas sobre qué enseñar y cómo enseñarlo, qué evaluar y cómo evaluarlo) sino lo que aprendieron quienes los hicieron y lo que se hizo explícito en los debates y en las discusiones *finas* a las que el intento de diseñar minuciosamente la práctica educativa dio lugar. Allí hay todo un saber que debería ser recogido en una serie de publicaciones de didáctica y pedagogía. Ese saber es de lejos más valioso que el diseño mismo.

---

2. El tiempo relativo y absoluto dedicado al lenguaje y a las matemáticas en primaria en Colombia parece ser muy bajo. Sobre los primeros tres años no hay datos porque se supone que las distintas materias están integradas. Tampoco hay ninguna directriz ministerial ni ninguna tendencia pedagógica de peso importante entre los maestros que implique, en el marco de esa integración, una intensificación con respecto a las bajas intensidades anteriormente existentes. En 4<sup>o</sup> y 5<sup>o</sup> hay un total de ocho horas semanales para lenguaje y matemáticas mientras que en Francia, por ejemplo (ver cuadros) se dedican al mismo fin catorce horas. Evidentemente, además de la *intensidad horaria*, debe considerarse el *rítmico* de trabajo (que a juicio de Basil Bernstein es el principal diferenciador de la educación en términos de calidad).

**DISTRIBUCION DEL TIEMPO EN HORAS SEMANALES EN LA EDUCACION  
BASICA PRIMARIA EN COLOMBIA**

Áreas	Grados				
	1o.	2o.	3o.	4o.	5o.
	Horas semanales de 60 minutos cada una				
Español y literatura				4	4
Matemáticas				4	4
Ciencias naturales y salud				4	4
Ciencias sociales		22		4	4
Educación física, recreación y deporte				3	3
Educación estética				3	3
Educación religiosa y moral	3	3	3	3	3
Total horas semanales	25	25	25	25	25

(Fuente: Ministerio de Educación Nacional, Resolución No. 17489 del 7 de noviembre de 1984).

**DISTRIBUCION DEL TIEMPO EN HORAS SEMANALES EN LOS CINCO  
AÑOS DE EDUCACION PRIMARIA EN FRANCIA**

Disciplinas	Curso preparatorio	Curso elemental		Curso medio	
	C.P.	C.E.1	C.E.2	C.M.1	C.M.2
Francés	10h	9h	8h	8h	
Matemáticas	6h	6h	3h		6h
Ciencia y tecnología	2h	2h	3h	3h	
Historia y geografía	1h	2h	1h		2h
Educación cívica	1h	1h	1h		
Educación artística:					
—Educación Musical	1h	1h	1h		1h
—Artes plásticas	1h	1h	1h		1h
Educación física y deportiva	5h	5h	5h		5h

(Fuente: Ministère de l'Éducation Nationale, *École élémentaire Programmes et instructions ONDP*, París, 1985, p. 20).

- Considerar la posibilidad de reintroducir en quinto de primaria la enseñanza de la gramática (como lugar de acceso a un metalenguaje que permite explicitar y objetivar aspectos cruciales de una competencia lingüística que el hablante emplea sin tematizarla). Esto porque es previsible que en el corto plazo muchos niños abandonarán el sistema educativo en este nivel.

Aunque en términos económicos no puedan compararse la formación y el sostenimiento de una élite de unos 10 000 miembros con lo que costaría una capacitación seria y unas condiciones laborales dignas para más de 200 000 maestros, de aquí a una década o dos estoy seguro de que deberemos retomar el problema. Debemos prepararnos para enfrentar ese reto. A pesar de las periódicas ilusiones que surgen en torno a nuevos medios educativos, los maestros siguen constituyendo una de las mejores radiografías de lo que es la cultura media de una nación.

En los niveles superiores parece bastante claro lo que se podría comprender como formación científica y técnica. Pero, en cambio, lo que podríamos entender como una formación científica básica que debiera generalizarse a toda la población es mucho más discutible<sup>3</sup>. Pensamos (en el grupo de investigación al que perte-

---

3. La aproximación que proponemos no es obviamente la única posible. La pregunta por lo que puede significar una formación científica básica puede también intentar responderse:

a) en términos de *contenidos* exigiendo su actualización con respecto a los avances más recientes de las ciencias o poniendo en primer plano su pertinencia lógica o práctica frente a los requerimientos de la producción y de las otras prácticas sociales que están cambiando aceleradamente bajo los efectos del actual progreso científico y tecnológico; sin embargo, un desarrollo consecuente de esta aproximación conduce a reconocer que de cualquier manera es menester operar una selección muy fuerte y en cierto sentido arbitraria entre todo lo que podría y en algún sentido debería enseñarse y, además, que de todas maneras los conocimientos objeto de enseñanza tienen un ritmo cada vez mayor de obsolescencia (este doble reconocimiento sirve en general de argumento a favor de cualquiera de las tres aproximaciones que vamos a considerar a continuación)

b) En términos de la adquisición de un *método científico* que tendría supuestamente un carácter universal (ha habido un debate nacional sobre este tema y buena parte de los participantes reconocemos que se trata de un fetiche incapaz de dar cuenta del trabajo científico real e incluso bastante inadecuado para ofrecer una imagen *popular* de la actividad científica)

c) En términos de los *procesos psicológicos* supuestamente involucrados en formas de conocimiento científico (aquí podrían ubicarse muchos de los esfuerzos de origen piagetiano); esta aproximación tiene las debilidades de toda aproximación psicologista a la educación: ni es suficientemente sensible a los factores socioculturales ni permite una fundamentación teórica que involucre esos factores en la búsqueda de alternativas pedagógicas. Una ilustración puntual

nezco) que la formación científica de base debe ser concebida como una *escuela de racionalidad*. En cierto sentido lo más importante es que *en ciencias y en matemáticas es donde posiblemente se pueden experimentar las especificidades y las potencialidades de las formas escolares de conocer y de comunicarse*. En lo que sigue intentaremos presentar escuetamente los desarrollos posteriores de este punto de vista. Una formación científica básica puede obtenerse a propósito de diversos contenidos. En muchos sentidos los contenidos no son lo fundamental. La reconstrucción de procesos psicológicos puede ser relevante pero no contribuye directamente a la orientación de la práctica pedagógica y a la interpretación de sus principales dificultades en épocas de ampliación acelerada de la cobertura escolar (épocas en que muchos sectores sociales logran por primera generación acceso a determinados niveles de escolaridad). La adquisición de un supuesto *método científico* no es en el fondo sino la adquisición de una versión supremamente

---

pero relevante de las limitaciones del psicologismo en educación se encuentra en las dificultades para interpretar y traducir en alternativas pedagógicas los diagnósticos de ausencia de *razonamiento formal* en una mayoría absoluta de nuestros bachilleres. Los resultados de esos diagnósticos pueden, en buena parte, reinterpretarse como la no apropiación por parte de la mayoría de nuestros bachilleres de las formas de conocimiento y de comunicación que la escuela les ofrece o debería ofrecerles.

d) En términos de la adquisición de una *actitud científica* (esta alternativa fue el punto de partida del trabajo del grupo de investigación que actualmente coordino). Es claro que no toda actitud "positiva" hacia las ciencias es encomiable y que en particular hay que distinguir entre una actitud científica y una actitud científicista. Además si se toma el concepto de actitud en el sentido en que lo maneja la psicología social, la actitud correspondería a un conglomerado bastante rígido de creencias y de predisposiciones a actuar de determinada manera que no estaría subordinado a la reflexión crítica sobre su pertinencia y sus límites en relación con cada problema ni permitiría tener en cuenta adecuadamente el inevitable fraccionamiento contemporáneo del conocimiento científico en muchísimas disciplinas. En lo esencial, la *actitud científica* debería caracterizarse por la posibilidad de adoptar deliberadamente el horizonte de objetos y de criterios de una disciplina (o de pasar libremente del horizonte de objetos y de criterios de una disciplina al de otra); lingüísticamente se caracterizaría como movilidad reflexivamente regulada entre distintos juegos de lenguaje cabalmente reconocidos en su especificidad y en su ámbito de validez. Por esto y por la necesidad de profundizar en la crítica a la asimilación de la educación a un proceso técnico-instrumental llevada a cabo por el diseño instruccional, es necesario aproximarse a la educación formal desde una *reconstrucción de los procesos socio-culturales de comunicación involucrados en la formación y reproducción de la cultura escolar* (las principales fuentes teóricas de esta línea de pensamiento son la pragmática universal de Jürgen Habermas y la sociolingüística de Basil Bernstein). Esta alternativa ha tenido una cierta difusión a nivel nacional a través de las publicaciones del Departamento de Matemáticas y Estadística de la Universidad Nacional y a través de las revistas *Naturaleza* y *Educación y Cultura*; sin embargo hasta el momento no han aparecido esfuerzos institucionales sistemáticos para asumirla como fuente de criterios básicos para la práctica pedagógica.

acartonada y despojada de sentido de algunas de las *buenas maneras* (Bachelard) requeridas en las comunidades científicas.

Preferimos por lo tanto intentar *reconstruir* (apoyándonos en la epistemología y en la historia de las ciencias, en la sociolingüística y en la pragmática universal) la "gramática" común a las distintas disciplinas que dependen de la institución escolar para conservarse y desarrollarse. Esa gramática sería la combinación recíprocamente potenciadora entre:

- *la discusión crítica racional* (en la cual los interlocutores ejercen la posibilidad de poner en cuestión y vindicar pretensiones de validez —de comprensibilidad, de verdad, de sinceridad o de rectitud— conservando una actitud cooperativa y una disposición a no aceptar ninguna coacción distinta de la fuerza de los argumentos);
- *la escritura* que potencia la discusión crítica racional al objetivar los enunciados y emanciparlos de sus ataduras a situaciones específicas y que promueve o por lo menos posibilita la universalización de las pretensiones de validez (de comprensibilidad, de verdad, de sinceridad y de rectitud)<sup>4</sup>;
- *la acción racionalmente reorientada, organizada y contrastada* mediante criterios racionales explícitos y referida con frecuencia a una prefiguración escrita (modalidad de acción que, en particular, hace posible prácticas como el *diseño* y el *control*)<sup>5</sup>

La escuela debería asegurar un mínimo acceso a esos tres elementos y una mínima experiencia de la *fuerza* de su combinación. Pero al mismo tiempo la escuela no

---

4. La escritura crea además ciertas posibilidades de memoria y de acumulación que toman la forma de una *tradición escrita* y que permiten que la discusión racional no comience siempre desde cero; en realidad, el acervo de conocimientos decantado bajo forma escrita no solamente ofrece elementos y argumentos para alimentar o zanjar muchas de las discusiones abiertas, crea la posibilidad de que, al relacionarse con ese acervo, el individuo se descubra enfrentado a lo que es obra genérica y se reconozca en una historia que trasciende su horizonte vital inmediato.

5. El diseño y el control son procesos cruciales en el experimento, en la industria o también en las instituciones donde los procesos burocráticos se encuentran altamente desarrollados. En realidad son elementos constitutivos de lo que podemos conceptualizar como *tecnología* (si le otorgamos a esta un sentido que la diferencie de la mera técnica o de la mera aplicación empírica de resultados conseguidos en la investigación científica). Ambos remiten desde su etimología misma a una relación con lo escrito o lo dispuesto gráficamente sobre el papel.

puede saltarse el problema del sentido, de la significación. En efecto, sobre todo en el caso de los sectores sociales que por primera vez acceden a ciertos niveles de escolaridad, los tres elementos básicos de la cultura escolar antes señalados (la discusión crítica racional, la escritura y la acción racionalmente reorientada o reorganizada) y especialmente su interrelación pueden ser ajenos para el alumno. Incluso, en las muy precarias condiciones de nuestra educación, esos tres elementos básicos de la cultura académica pueden ser extrañas al propio educador. En otras palabras es posible que muchos de los educadores colombianos no hayan tenido un mínimo acceso, ni a *la combinación entre discusión crítica y reorganización o reorientación de la acción humana potenciadas mediante la escritura y los dispositivos gráficos, ni a una experiencia mínima de la fuerza de esa combinación.*

El acceso masivo a la combinación entre discusión racional, escritura y reorganización deliberada de las prácticas tiene un impacto que va más allá de los requerimientos inmediatos del progreso científico y tecnológico y afecta las esferas de la *economía* (en la que posibilita, por ejemplo, una racionalización no solamente técnica sino también contable de los procesos de producción y distribución), del *Estado* (en la que posibilita, en particular, la expansión de los campos eficazmente sometidos a la racionalidad formal) y de la *cultura* (en la que favorece el inevitable proceso de secularización y posibilita la constitución de bases laicas para la coexistencia en el marco de la multiplicación de opciones éticas y políticas). En otras palabras, el acceso masivo de la población a una educación de calidad es ciertamente cuestión de equidad, pero no es —de ninguna manera— solamente cuestión de equidad.