



Education Sector

Division for the Promotion of Basic Education

United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization

Organisation  
des Nations Unies  
pour l'éducation,  
la science et la culture

Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura

Организация  
Объединенных Наций по  
вопросам образования,  
науки и культуры

منظمة الأمم المتحدة  
للتربية والعلم والثقافة

联合国教育、  
科学及文化组织

## Seminario

“ Educación, Ciencia y Tecnología”

**Montevideo, 18 – 20 noviembre 2009**

Dra. Beatriz Macedo

Division for the Promotion of Basic Education

Section for Secondary and

Science Education

Education Sector

UNESCO

[b.macedo@unesco.org](mailto:b.macedo@unesco.org)

7, place de Fontenoy

Paris

( 33 ) 1 45 68 08 16

## Educación científica y matemática en la formación ciudadana

B. MACEDO

ED/BAS/SED

No hemos olvidado aún el asombro que nos provocó el haber sido testigos, en la última mitad del S. XX, de significativos avances científicos e innovaciones tecnológicas. El inicio del S. XXI nos permite augurar la continuación del progreso científico, la aparición acelerada de nuevos conocimientos pero también la rápida caducidad de los mismos, la cada vez menor distancia temporal entre la producción de nuevos conocimientos y sus aplicaciones tecnológicas, las nuevas alianzas entre producción e innovación, entre conocimiento y aplicación.

Los mayores desafíos a los cuales el mundo se enfrenta hoy, como la alimentación, la salud, los problemas ambientales, energéticos, de desarrollo, son a la vez desafíos científicos y humanos. Enfrentar estos y otros problemas íntimamente ligados a las crisis que se están viviendo requiere de científicos y de desarrollo científico que pueda encontrar respuestas e imaginar modalidades de construcción de un futuro posible, pero además se necesita una ciudadanía responsable que pueda participar de los debates sobre los modelos de desarrollo propuestos y que estos debates no queden reservados a una elite.

Eliminar la pobreza, construir la paz, crear sociedades más justas donde el conocimiento se distribuya más equitativamente, promover la diversidad cultural y favorecer un desarrollo sostenido, impone a todos los países de nuestra región, redoblar los esfuerzos para asegurar a todas y todos una Educación de Calidad.

En el siglo XXI, la ciencia debe convertirse en un bien compartido solidariamente en beneficio de todos los pueblos. Asimismo se reconoce también la cada vez mayor necesidad de conocimientos científicos para la adopción de decisiones, y para actuar efectivamente en cada comunidad. Es necesario que cada uno de nosotros pueda tomar decisiones acerca de situaciones que afectan a nuestras vidas, a la vida de nuestra comunidad, a la situación mundial lo que requiere de una formación científica basada en conocimientos éticos y solidarios. Así, la enseñanza de las ciencias, debe ser reconocida como fundamental para la plena realización del ser humano. Continuar manteniendo a la mayoría de la población como analfabeta científica, supone no sólo un aspecto que no hace más que agravar los grandes rasgos de inequidad de la región, sino también supone inhabilitar a esta mayoría a participar realmente en su entorno y con el entorno. Esto nos obliga, no sólo desde un enfoque educativo, sino ético y de compromiso social, a incrementar los esfuerzos para asegurar a todas y todos la cultura científica y tecnológica necesaria.

Los resultados de diferentes evaluaciones sobre la calidad de los aprendizajes en matemática y en ciencias, así como los análisis y las investigaciones de los últimos años, nos muestran una situación muy preocupante en lo que refiere a la calidad de los aprendizajes en matemática y en ciencias en los diferentes países.

Las dificultades encontradas, por parte de los estudiantes en la apropiación de los conocimientos científicos se transforman en una potente herramienta de selección a edades aun muy tempranas, lo que tiene como consecuencia una desvalorización de la función formativa de las disciplinas científicas.

En nuestros días la calidad de la educación científica ha tomado gran importancia, tanto que la imposibilidad de acceder a una formación científica se ha convertido en una nueva herramienta de discriminación y de marginalización.

Por lo tanto son muy importantes los esfuerzos que realizan los países por introducir la educación científica, desde los primeros años de la escolarización, incluyendo la educación inicial con sus actividades de “despertar científico.”

En primer término cabe recordar que los distintos análisis históricos muestran la introducción conflictiva que tuvo la enseñanza de las ciencias en los currículos de la educación formal, la inclusión de la enseñanza de la matemática fue realizada mucho más temprano y menos conflictivamente.

A partir de fines del siglo XIX la oposición a la enseñanza de las ciencias comienza a debilitarse y se reconoce el valor de esta área.

Más tarde, la educación científica comienza su introducción en el nivel secundario; nivel en ese momento reservado a una élite que debía ser formada para continuar estudios superiores o universitarios. En ese escenario, la enseñanza de las ciencias toma un rol selectivo y su función era la de preparar para las carreras científicas superiores.

De ese modo la educación científica debía satisfacer las necesidades cognitivas de los estudios superiores y la ciencia escolar fue producto de una elaboración vertical, de arriba hacia abajo, por sucesivas simplificaciones.

La educación matemática y la educación científica, si bien comparten una serie de características, mantienen diferencias de gran importancia.

En el caso de la educación matemática existe consenso de la necesidad que la misma se imparta desde las edades más tempranas. Contrariamente a lo que sucede con la educación científica.

El hecho que la inclusión y la necesidad de la educación matemática en la educación básica no sea fuente de debate, no ha asegurado aprendizajes de calidad, y el tema de la calidad si es objeto de debate y de preocupación.

En lo que refiere a la educación matemática, ningún país pone en duda que la misma debe integrar la propuesta curricular desde los primeros momentos de la escolaridad. Sin embargo, el aumento en las horas de enseñanza de matemática ni las sucesivas reformas de programas han contribuido al mejoramiento de la calidad de los aprendizajes en matemática.

La educación científica encontró mayor resistencia para asegurar su presencia y legitimidad en los primeros años de la escolaridad:

Podría decirse que en nuestros días tanto la educación científica como matemática han encontrado su lugar en los currículos y que ambas están incorporadas a las propuestas educativas. Sin embargo y contrariamente a los enunciados oficiales, el acceso a la formación científica y la capacidad de utilizar esta formación para interpretar y comprender los fenómenos que afectan los problemas de la vida cotidiana no está asegurada

Asistimos en la actualidad a un cambio importante, por lo menos en el discurso, en lo que refiere a los objetivos y a los fines de la educación científica, sin embargo también hay que hacer notar que persiste en la mayoría de los países una visión selectiva de la educación científica en detrimento de la misión formativa, la cual debe considerarse su misión por excelencia en la educación obligatoria.

Deben destacarse dos hechos importantes, que pueden ser considerados como promotores de una fuerte sensación de insatisfacción con relación a la educación científica:

- Por un lado el fuerte impacto que tienen los avances científicos en la sociedad, en el desarrollo y en forma muy especial en la mejora de la calidad de vida de las personas. Asimismo el reconocimiento que vivimos en un mundo modelado por la ciencia y la tecnología, por lo cual la comprensión de los fenómenos del mundo y la resolución de problemas cotidianos requieren de una formación científica.
- Por otro lado, el reconocimiento de la educación como una potente herramienta que permitirá a los países luchar contra la pobreza y el subdesarrollo, por lo tanto la necesidad de asegurar una educación de calidad para todos y en ese marco una educación científica de calidad para todos.

La educación científica debe enmarcarse entonces, en el contexto de una educación de calidad para todas y todos y la necesidad de una formación científica para comprender la vida cotidiana, tomar decisiones fundamentadas y contribuir a la formación de ciudadanos capaces de participar en la construcción de un futuro posible, más justo y equitativo. Lo que también se ha llamado una “ciencia para la vida y para la ciudadanía”

Muchas veces se ha pretendido crear una tensión entre educación científica de calidad y educación científica para Todos, tensión basada en la visión selectiva de la educación científica, que como mencionábamos sigue presente en la concepción educativa en muchos de los países.

Sin embargo si analizamos los resultados de pruebas de evaluación internacionales, podemos observar que los países que han obtenido mejores resultados en ciencias y en matemática son aquellos que han optado por una educación inclusiva.

Los contenidos que han integrado la ciencia escolar tradicionalmente así como las prácticas más generalizadas están en fuerte contradicción con los fines de una educación de calidad para todos.

Resultados de investigaciones muestran, asimismo que en muchos casos las aulas de ciencias presentan una propuesta poco estimulante

Para una gran cantidad de alumnos la presentación de la ciencia escolar deviene cada vez más difícil mientras que el interés y la motivación de los estudiantes siguen una tendencia decreciente; se constata un fuerte porcentaje de malos resultados con consecuencias generalmente negativas sobre la escolaridad de los estudiantes.

Es importante destacar que una nueva educación científica en el marco de una educación de calidad para todos ya no puede

seguir siendo solamente una **educación en ciencias, sino y además una educación por las ciencias, a través de las ciencias y sobre las ciencias**. Esta nueva visión de la educación científica **por, a través y sobre** las ciencias debe ejercer un rol de catalizador sobre el cambio social, debe estar basada en los valores más importantes y compartidos por la humanidad y sobre la manera como percibimos nuestras relaciones con los demás y con el medio natural y físico.

Una educación científica por las ciencias y a través de las ciencias implica una construcción basada en las características de la actividad científica, ya que la misma ofrece oportunidades para plantear problemas, formular ideas y explicaciones, tomar decisiones que permitan ir avanzando, hacer, reflexionar, cuestionarse, intercambiar ideas consigo mismo y con los demás, en un trabajo colectivo, basado en el diálogo y en la argumentación, donde el trabajo de cada uno es en beneficio de un bien común.

Por qué resulta tan difícil superar modelos de enseñanza de las ciencias basados en una visión desde y para las ciencias, donde los contenidos parecen justificarse por si mismos a lo largo de los años, en los cuales se ha seguido reproduciendo esa visión elitista tanto en el acceso al conocimiento y manejo de los mismos como en la propia concepción de lo que es enseñar y aprender, lo que también podríamos llamar una visión instrumentalista, autoritaria y reproductiva del conocimiento.

Resumiendo este punto se puede decir que la gran pregunta que hay que poder contestar de manera permanente es ¿a la apropiación de qué competencias se puede contribuir desde la educación científica, de manera que niños, niñas, adolescentes jóvenes y adultos devengan ciudadanos comprometidos con la construcción de un mundo solidario, justo, y equitativo? Qué es lo propio y específico que la educación científica brinda a la formación ciudadana?

La educación científica en la educación básica debe permitir el desarrollo de:

- Competencias científicas.
- Formas de razonamiento científico
- Y distintas maneras de aproximarse, apropiarse y de utilizar los conocimientos.

Asimismo la educación científica en los distintos niveles del sistema educativo debe promover

- El interés y la motivación por las ciencias.
- El gusto y el placer por el aprendizaje de las ciencias.
- La curiosidad y la creatividad.
- La búsqueda y el acceso crítico a la información, el reconocimiento de los problemas y la búsqueda de posibles soluciones, la expresión clara de las ideas, la fundamentación y la argumentación, el saber escuchar las opiniones de los demás, la emisión de conjeturas, que

más adelante serán hipótesis, y todas aquellas actitudes propias del trabajo científico.

Es necesario poder conceptualizar que tipo de educación científica en la educación de base, teniendo en cuenta las realidades y las necesidades de las regiones y de los países.

La producción de conocimientos en didáctica de las ciencias, la experimentación en clase y los resultados de las evaluaciones regionales e internacionales nos muestran lo que la educación científica, en la educación obligatoria, NO DEBE SER:

- Una « educación científica » para futuros científicos,
- Una “ciencia” presentada como un saber acabado, establecido y alejado de las preocupaciones de la gente, del sentir de los jóvenes, de hombres y mujeres,
- Una “ciencia” presentada como un fin en si misma.
- Una enseñanza de las ciencias matematizada.

La educación básica integra diferentes tramos educativos, cada uno de ellos con sus objetivos y fines propios. La educación científica debe respetar esas diferencias y tenerlas en cuenta a la

hora de elaborar las políticas de educación científica, las propuestas curriculares y en la formación de profesores para cada una de estas etapas.

Integrar la cultura científica como parte indisociable de la cultura supone asegurar, como ya se ha expresado, aprendizajes de calidad a todos los estudiantes. Ello nos hace insistir en la necesidad de proponer tareas que involucren a los niños en su aprendizaje, a partir de la presentación de situaciones problemáticas, con temas de su interés, que sean próximos a sus realidades y que posean relevancia social para su entorno y su país.

Esto significa centrar el proceso en los aprendizajes de calidad, para lo cual el rol del docente es fundamental y obliga a un cambio significativo en las prácticas, lo que demanda a su vez la integración de los docentes en trabajos colectivos y cooperativos de reflexión constante sobre sus prácticas, los aprendizajes y la enseñanza.

Para involucrar a los alumnos con su aprendizaje las situaciones de aprendizaje presentadas en el aula deben estar íntimamente conectadas con las necesidades sociales, pertenecer a la realidad inmediata del alumno y relacionarse con los avances técnicos de los cuales la mayoría de los ciudadanos somos usuarios.

Dentro de este enfoque no se definen estrategias exclusivas de enseñanza y de aprendizaje aunque se apuesta por la variedad (

entre las cuales la indagación, y la búsqueda para resolver situaciones problemáticas se adaptan muy bien a los fines (perseguidos), de manera de respetar y beneficiarse de la diversidad, y permitir a los alumnos diversos que comparten un mismo espacio de formación y de aprendizaje, desarrollarse cada uno en función de sus intereses, y de acuerdo a sus ritmos y posibilidades.

Una ciencia para la vida y para el ciudadano de manera que este pueda ser un actor activo y responsable del desarrollo sostenible implica impregnar las clases de ciencias con los valores, los problemas, las expectativas de nuestros países, nuestra región y del mundo.

Ello requiere de un cambio claro en las aulas y en los centros educativos, transformándolos en espacios democráticos de acceso, producción y construcción de conocimientos.

El grupo de expertos que se reunió en París para analizar los desafíos de la educación matemática y científica destacó por lo menos los siguientes puntos como prioritarios para poder promover una educación de calidad en estas áreas:

a) la problemática de la formación docente.

En muchos países esta problemática recubre tanto los aspectos cualitativos como cuantitativos.

Hay problemas tanto con la cantidad de profesores formados para asegurar una educación científica de calidad como con la calidad de la formación de los docentes.

Es un aspecto que hay que abordar de manera categórica, sin el cual ningún cambio será posible.

b) el papel que las innovaciones juegan en la promoción de cambios significativos en la educación científica. Por lo cual parece muy importante promover las innovaciones, el conocimiento de las mismas y su sistematización y el intercambio que se pueda hacer.

c) la necesidad de colaboración entre científicos, académicos, investigadores en didáctica de las ciencias, formadores, docentes para analizar y promover los cambios en las políticas educativas.

d) el rol de la cooperación internacional, destacándose la importancia que pueda tener en este campo la cooperación internacional, que favorezca el conocimiento y que permita beneficiarse de logros alcanzados en otros países, en modalidades de intercambio horizontal que respete y potencie las diferencias de cada uno.

Al terminar nos parece importante insistir que estas transformaciones sólo serán posible, si los problemas de lo que significa aprender y enseñar ciencias se vuelven en todos nuestros países problemas de investigación y de producción de conocimiento y se promueve la creación de interfases de trabajo entre la producción de conocimiento tanto científico como didáctico, los espacios de aprendizaje y enseñanza y los espacios

de formación. Dotar a la educación de nuevos sentidos que hagan posible un futuro mejor para todos exige que la educación científica encuentre también sus nuevos sentidos, sus nuevos contenidos, sus nuevos espacios de aprendizaje y enseñanza, pensando como desde nuestras aulas de ciencias se contribuye a que todos los estudiantes tengan las mismas posibilidades de integrarse digna y felizmente en la sociedad y de devenir hombres y mujeres comprometidos con la democracia, con la justicia social, y con la paz.

El apoyo político es condición necesaria para que los esfuerzos no se dispersen y se transformen en políticas educativas de largo alcance.

Esta reunión será una instancia propicia para que podamos intercambiar ideas y reflexiones, de manera de contribuir a estos cambios en cada uno de nuestros países.

Muchas gracias

## Bibliografía :

World Bank, 2003. Lifelong Learning in the Global Knowledge Economy: Challenges for Developing Countries. TechKnowLogia (Washington DC), enero-marzo

Braslavsky, C. (2001) La educación secundaria. ¿Cambio o inmutabilidad? Buenos Aires, Santillana

Claxton, G. (1994) Educar mentes curiosas. Madrid, Visor

Eurydice, 2002. Key Competencies. A developing concept in general compulsory education. Bruselas, Eurydice.

Harlen, W. (1989). Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Madrid, Morata y MEC,

Lemke, J. (1997) Aprender a hablar ciencia. Buenos Aires, Piados

Macedo, B. (2008) « Cultura y formación científica: un derecho de todos ». La Habana, Cuba.

Macedo, B. (2007) "Habilidades para la vida: una contribución desde la educación científica. " en "Iniciación a la cultura científica. La formación de maestros. 15 – 23 pp. España. Aprendizaje. Machado Libros.

Martín, E. et Coll, C (2003). "Aprender contenidos, desarrollar capacidades: intenciones educativas y planificación de la enseñanza". Barcelona, España. Edebé

Matthews, E. (1994) Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. Enseñanza de las ciencias, 12 (2), pp. 255-271

Morin, E. (1999) "La mente bien ordenada: repensar la reforma, reformar el pensamiento" Barcelona, España 2001.

Monereo et al. (1994) Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación en la escuela. Barcelona, Grao

Newton, D.P. & Newton, L.D. (2001) Subject content knowledge and teacher talk in the primary science classroom, European Journal of Teacher Education, 24 (3) pp369-379.

Nieda, J. et al. ((2004). Actividades para evaluar Ciencias en Secundaria, Madrid, Machado Libros

Nieda, J y Macedo, B. (1997) “Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 anos” OEI – UNESCO.

Osborne, R. y Freyberg, P. (1985), Learning and science; the implications of “children’s science” New Zealand, Heinemann Educational.

Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. (1991), Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. Enseñanza de las ciencias, 9 (1), pp. 83-91

Pozo, J. I. (2007) “ Que puede aportar la educación científica a la mejora de la actividad mental de los alumnos? en “Iniciación a la cultura científica. La formación de maestros. 23 – 45 pp. España. Aprendizaje. Machado Libros.

Pozo, J. I. (1996) “Aprendices y Maestros” Madrid. Alianza.

Rychen, D, Tiana, A., (2004) Developing key competencies in education: some lessons from international and national experience. París, UNESCO

Rye, E. Thorbjornsen, A. (2004) Competence-based curricula – The Norwegian example. CIDREE Yearbook 2004

Soussan, G. (2003) “Enseñar las ciencias experimentales. Didáctica y formación. UNESCO. 2003

UNESCO, 2009 Documentos de la reunión de expertos en educación matemática y educación científica. Paris.

Unión Europea, 2004, Progress Towards the Common Objectives in Education and Training. Indicators and Benchmarks. (Documento de trabajo de la Comisión, SEC, 2004, 73.)