



## CIENCIA Y EDUCACIÓN EN AMÉRICA LATINA: LOS ENTORNOS DE SU COMPLEJIDAD CURRICULAR Y DIDÁCTICA

*Manuel Villarruel Fuentes*

Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación  
(2009) - Volumen 7, Número 1

<http://www.rinace.net/reice/numeros/arts/vol7num1/art4.pdf>

Fecha de recepción: 4 de septiembre de 2008  
Fecha de aceptación: 20 de noviembre de 2008



## 1. ANTECEDENTES

**P**artiendo de la premisa que señala que la enseñanza de la ciencia debe ser un imperativo estratégico de los países, sobre todo de aquellos cuyo desarrollo se encuentra comprometido por sus políticas sociales, es que se busca insistir, a la entrada del nuevo siglo, en la necesaria alfabetización científica y tecnológica que demanda el paradigma dominante. Sin embargo, habrá que asumir que una postura de esta índole precisa de un sustrato ideológico-cultural que de entrada faculte esta visión, el cual suele estar ausente en los modelos educativos que operan en estos países. Es así como el mayor problema que se enfrenta es el de concebir una ciencia unívoca y omnipresente en sus formas y usos, "una ciencia para todos". Algo similar enfrenta la tecnología, la cual lleva en sí misma la impronta de su inaccesibilidad, al diseñarse para ser empleada por personas sin una previa formación, llegando incluso a pensarse de que se trata de "ciencia aplicada", asumiendo que con ello se está dotando a la ciencia de aplicación práctica. En este sentido la solución tampoco es única, aunque en mucho contribuiría el revisar los contenidos de los planes de estudio, los que actualmente están cargados de aforismos a los que llaman ciencia.

### 1.1. La ciencia para todos

La necesidad de vincular la educación científica al proceso de formación ciudadana es sin duda un asunto complejo y delicado, no sólo por lo que representa en el plano sociocultural, sino también en el ámbito de las políticas de estado. En este sentido, el analfabetismo científico-tecnológico que ha predominado en al menos las tres últimas décadas en América Latina ha sido visualizado como una estrategia de consolidación de los distintos grupos de poder, quienes han visto en esta condición una expresión válida de sumisión y subordinación a sus estrategias de control.

Adicionalmente, habrá que tomar en cuenta que, en contraposición a quienes aseguran además que se trata de un paradigma transitorio (producto de las formas más que de los medios, el cual a decir de éstos en nada contribuirá a la toma de decisiones adecuadas y fundamentadas por parte de la sociedad), sin duda alguna parten de una visión fragmentada, al sustentar su afirmación en una aparente formación científica y tecnológica deudora de premisas, aforismos e información actualizada, soslayando de principio que la alfabetización científica supone el desarrollo de habilidades metacognitivas, de comprensión y de desarrollo, las cuales por sí mismas son suficientes para justificar dicha formación ciudadana. Por otra parte, suponer incluso que con esto es suficiente sería caer en el mismo enfoque atomista. De nada serviría fomentar el binomio inteligencia-creatividad sino se complementa con un conjunto de valores que aseguren una práctica ciudadana consciente y responsable. No se debe pasar por alto que si la educación científica no arraiga en la cultura, difícilmente podrá impactar de manera exitosa en la sociedad, hoy denominada por muchos como del conocimiento.

### 1.2. La realidad en cifras

Bajo los nuevos modelos de desarrollo económico y social en América Latina, la formación científico-tecnológica del educando se constituye como el eje central de una política educativa que tiende al fomento de la calidad y la eficiencia. En este sentido, la educación superior tiene como tarea la formación de técnicos e investigadores que generen los conocimientos que soporten la transformación de la infraestructura productiva que en cada país se requiere. En este aspecto, la labor del profesor de nivel superior cobra singular importancia, ya que es él, en gran medida, el responsable de alcanzar los objetivos planteados en los planes y programas de estudio, como parte de un currículum formal, de una política educativa de estado. En este sentido, el profesor que enseña ciencias debe transmitir a sus

alumnos tres aspectos básicos: a) conceptos científicos; b) desarrollo de habilidades para solucionar problemas; y c) destrezas dentro del laboratorio. Es así como el estudiante tiene que transitar por las directrices del paradigma experimental, antes de alcanzar los niveles de razonamiento más altos (metacognición). Sin embargo, estas premisas de formación científica parecen estar ausentes de los escenarios educativos; dos situaciones tienden a ser deterministas: 1) actualmente la cobertura educativa en el nivel superior es deficiente si se le compara con la brindada por Estados Unidos, donde se atiende al 70 % de la demanda, mientras que en México sólo se cubre al 19%, Ecuador 20%, Bolivia 23% y Argentina 46% (Ruiz, 2001), por citar sólo algunos ejemplos; 2) a este rezago se le suma la poca inversión que en ciencia y desarrollo tecnológico efectúan los países latinoamericanos. Como es bien sabido, el grado de intensidad con el cual se desarrolla la investigación y el desarrollo tecnológico está íntimamente relacionado con la asignación del porcentaje del producto interno bruto (PIB) a dichas actividades. De 1995 a 2003 el aporte a este rubro por parte de los países de América Latina y el Caribe se ha visto contraída, o al menos estacionada, a excepción de Brasil quien destina el 1% anual, lejos aún del 1.4% que dispuso China en el 2000 (Banco Interamericano de Desarrollo, 2006), o de algunos miembros de la Comunidad Europea (Suecia invierte el 3.80 %) (Macias, 2002). Esto permite explicar por qué, en general, las sociedades latinoamericanas se encuentran en una marcada desventaja, incluso varias de las economías asiáticas que muestran rápido crecimiento comienzan a aproximarse a esos niveles: Taiwán con 1,7% del PIB y Corea del Sur con 2,1%; Malasia invierte el 0,8% (Banco Interamericano de Desarrollo, 2000)

Adicionalmente, la proporción de investigadores en relación al total de la población económicamente activa es evidentemente más baja en los países de América Latina y el Caribe (0.64 en 2003), que en los países más desarrollados. Argentina, pese a liderar la región, ya que posee 1.6 investigadores por cada 1000 personas económicamente activas, incluso está en desventaja con respecto a los países tecnológicamente más desarrollados de la OCDE, donde los indicadores pueden llegar a ser 10 o 15 veces más altas. Como ejemplo se puede citar a Finlandia, la cual llega a 14.7, Japón 9.7 y los Estados Unidos de América con 9.1 (Banco Interamericano de Desarrollo, 2006).

Pero esto no es todo el problema. Las universidades y tecnológicos se encuentran en la mayoría de los casos desvinculados de los sectores productivos. El nivel de participación del sector privado en el financiamiento de las actividades científicas es muy bajo en comparación con Japón (2.15 % del PIB nacional), Estados Unidos (1.81 %), y la Unión Europea (1.32 %) (Barba, 2001). Entre los países de la OCDE, los Estados Unidos de América y Corea lideran en el empleo de investigadores por el sector empresarial, con alrededor del 80% y 74% respectivamente (Banco Interamericano de Desarrollo, 2006).

A pesar de que en algunos países se han alcanzado avances significativos en torno a la solución de dichas problemáticas, lo cierto es que el nivel de formación alcanzado dentro de preparación científica es todavía insuficiente, trayendo como consecuencia la presencia de un nuevo grupo social: los analfabetas(os) funcionales; es decir, personas que habiendo cursado el nivel superior no son capaces de entender un texto científico ni redactar un escrito, pero sí por el contrario cumplen con una función definida dentro de los procesos de producción primaria, e incluso de transformación. Bajo este contexto, el establecimiento de los códigos lingüísticos necesarios para promover el cambio semántico que se precisa para entender primero, y generar después, ciencia, no han sido concretados. Los alumnos no dominan el patrón temático empleado dentro del lenguaje científico. Sin un lenguaje básico que permite la comunicación en términos científicos, no podrá ser posible la necesaria interrelación entre pensamiento y experiencia para la construcción de significados. Adicionalmente se ha pasado por alto que aprender,

enseñar y hacer ciencia son procesos sociales, mismos que requieren de amplias interacciones discursivas que deben trascender en el salón de clases e incluso en el laboratorio. Pretender desligar a la actividad científica de los referentes socioculturales es negar que ésta sea un producto del pensamiento y de la visión humana. El desarrollo de la actividad científica dentro de un país depende del nivel de arraigo cultural que logre alcanzar. En este sentido, leer y escribir ciencia es tan importante como generarla, lo cual no es el denominador común de las sociedades latinoamericanas. Sin estos antecedentes resulta casi imposible lograr que los alumnos lleguen a “pensar en el papel”. Bajo este marco resulta fácil entender porque el número de revistas impresas (publicaciones científicas latinoamericanas) incluidas en el Science Citation Index (SCI) representan alrededor del 75% del número total, siendo Brasil, Argentina, México y Chile quienes más aportan (el 65.5 % de dicho porcentaje) ([www.latindex.org/](http://www.latindex.org/), 2007). En los últimos años el aumento en la cantidad de artículos de América Latina estuvo concentrado en estos cuatro países además de Uruguay (Banco Interamericano de Desarrollo, 2006). El Índice de Citas Científicas, emitido por el Instituto de Información Científica de Hong Kong, quien cuantifica las citas en las mejores revistas científicas, señala que los científicos neerlandeses y suecos publican por separado más que todos los hombres de ciencia de América Latina y el Caribe. Todavía hace tres décadas, la producción científica de Asia Oriental, a excepción de Japón, era inferior a la de países como Brasil y Argentina. Actualmente esto ha cambiado; la producción científica de Taiwán es superior a la de Brasil. Corea del Sur hace más contribuciones que Argentina o México; Hong Kong y Singapur, con poblaciones menores a los 6 millones y 3 millones respectivamente superan la producción científica de Chile, Venezuela y Colombia (Banco Interamericano de Desarrollo, 2000).

## 1.2. El origen del problema

Desde el pragmatismo con el cual se sustentan las propuestas curriculares en América Latina, ha bastado con incorporar cursos o talleres sobre metodología de la investigación para pretender, bajo una visión reduccionista, alcanzar altos niveles de formación sobre el particular, sin preguntarse si con estas estrategias realmente se están logrando niveles adecuados de racionalidad científica en los alumnos, en términos de entender cómo se construye y renueva el conocimiento. En este sentido, la enseñanza de la ciencia, la cual debería ser uno de los baluartes desde el que se estuviera generando el recurso humano necesario para afianzar el desarrollo científico-tecnológico (el cual permitiera pasar de simples usuarios a generadores de conocimientos), no está aportando los beneficios que de ella se esperan, lo cual pone en tela de juicio su calidad conceptual y operativa. Aunado a lo anterior, la evidencia de investigación señala que incluso en aquellos casos donde la calidad de las estrategias y recursos didácticos debieran estar favoreciendo el proceso de enseñanza y aprendizaje, el mayor obstáculo lo ha representado la actitud de los profesores, quienes con su conducta limitan el aprendizaje de la ciencia, y lo que es más grave aún, el desarrollo de las habilidades y destrezas necesarias en el estudiante (Villarruel-Fuentes, 2001). Esto hecho permite de entrada desmitificar la figura del profesor-investigador, quien no ha demostrado una mejor práctica educativa con respecto al profesor que sólo se ocupa de labores docentes. Todo hace suponer que no existe una relación directa entre el saber investigar y el saber enseñar (Dean and Brown), no bastándole por tanto al alumno la simple condición de aprendiz para alcanzar los objetivos de formación requeridos académicamente. En este marco contextual, el que los profesores cuenten con posgrados tampoco asegura que su práctica educativa en dicha área sea efectiva (Villarruel-Fuentes, 2002), siendo cierto sólo en casos particulares.

## 2. MÉTODO

### 2.1. El enfoque didáctico para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias

Ante esta situación surge la necesidad de fortalecer las propuestas curriculares, brindándole una mayor atención a las estrategias didácticas orientadas a la formación científica, permitiendo con ello que en el corto y mediano plazo se fortalezcan no sólo los futuros cuadros de científicos y tecnólogos, sino incluso el de los profesores encargados de enseñar los postulados y referentes del método científico.

Bajo estas premisas, dentro de las habilidades catalogadas como necesarias para la formación integral y científica del educando se destacan aquellas estrechamente vinculadas al desarrollo de formas elaboradas de pensamiento, también llamadas metacognición, las cuales se ubican en el último lugar de los fenómenos cognitivos, por encima de los procesos básicos de aprendizaje, los conocimientos específicos y las estrategias de aprendizaje (Poza, 1990). En este sentido, siendo la educación superior depositaria de los preceptos del método científico, es que se hace necesario evaluar el nivel de dominio de habilidades que los estudiantes evidencian cotidianamente, determinando en qué medida su desempeño puede ser explicado a partir de éstas. Si bien una dimensión no puede explicar el comportamiento académico de los estudiantes, lo cierto es que estas habilidades, denominadas como inteligencia verbal (lingüística) e inteligencia lógica-matemática (López, 1998), se complementan con las habilidades prácticas e incluso emocionales que posean, aportando así mayores elementos para empezar a entender de qué manera se manifiesta la inteligencia-creatividad en los estudiantes, con el objetivo de establecer estrategias conducentes a mejorar la práctica educativa y científica de los estudiantes, bajo el supuesto de que es el producto de dichas habilidades las que determina su mejor formación científica, siendo catalogados hasta entonces como alfabetas (os) científicos (Villarruel-Fuentes *et al.*, 2002).

Si bien el concepto de alfabetismo científico es reciente, a la fecha se emplea para designar a aquella persona que posee los conocimientos mínimos y las habilidades necesarias dentro de un campo de acción científica y que lo caracteriza como alfabeto en un dominio dado (Cabral, 2001). En este sentido existen tres tipos de alfabetas(os) científicos: 1) culturales; 2) funcionales; y 3) verdaderos. Las necesidades de formación exigen situar a los egresados de las universidades y tecnológicos en el último nivel, el cual se define como el correcto estado mental científico que permite la comprensión profunda de los conceptos de la ciencia, así como la habilidad para manejar con eficacia las matemáticas (Shamos, 1995), a fin de resolver problemas complejos en forma experta, además de poseer las destrezas adecuadas dentro del laboratorio. La idea es que a partir de los procesos metacognitivos el alumno efectivamente modifique su razonamiento cuantitativo, organizándolo jerárquicamente y por categorías, logrando superar la simple prescripción con la cual se le ha acostumbrado a abordar los problemas, hasta alcanzar los niveles que les permitan ser hábiles en el planteamiento de preguntas y hipótesis científicas, en el abordaje metodológico a partir del desarrollo de estrategias heurísticas encaminadas a buscar sus respuestas, y finalmente, en la interpretación de los datos recabados, concluyendo e infiriendo con base en ellos, transfiriéndolos mediante el empleo de principios o leyes derivados de sus observaciones. Esto les permitirá pasar de ser simples "maquileros" de información, a generadores de conocimiento aplicable en la vida cotidiana (conocimiento significativo).

Alfabetismo científico significa finalmente que una persona puede preguntar, encontrar o determinar respuestas a preguntas derivadas de la curiosidad acerca de las experiencias cotidianas. Significa que posee la habilidad para describir, explicar y predecir fenómenos naturales y sociales. Implica que puede

identificar aspectos científicos que soportan las decisiones de tipo local o nacional y expresar opiniones al respecto, sustentándolas tanto científica como tecnológicamente (NRC, Science Education Standard, 1996).

Si bien la necesidad de estructurar y operar un currículum científico, junto con sus respectivos enfoques didácticos, han sido atendidos en años recientes, lo cierto es que dichos modelos se han sustentado en enfoques centrados en los contenidos, argumento que se respalda para su concepción en el bajo rendimiento académico mostrado por los estudiantes en sus exámenes, determinando como la solución más viable el fortalecimiento de los planes de estudio a partir del incremento de los contenidos sobre matemáticas, física, química y biología, por considerarlos ejes centrales de una formación que pretende ser científica. Los resultados derivados de este esfuerzo están a la vista de todos: ambiguas "recetas de cocina" han sido transmitidas de una generación a otra a través de amplios diálogos triádicos (Lemke, 1997).

### 3. EXPOSICIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

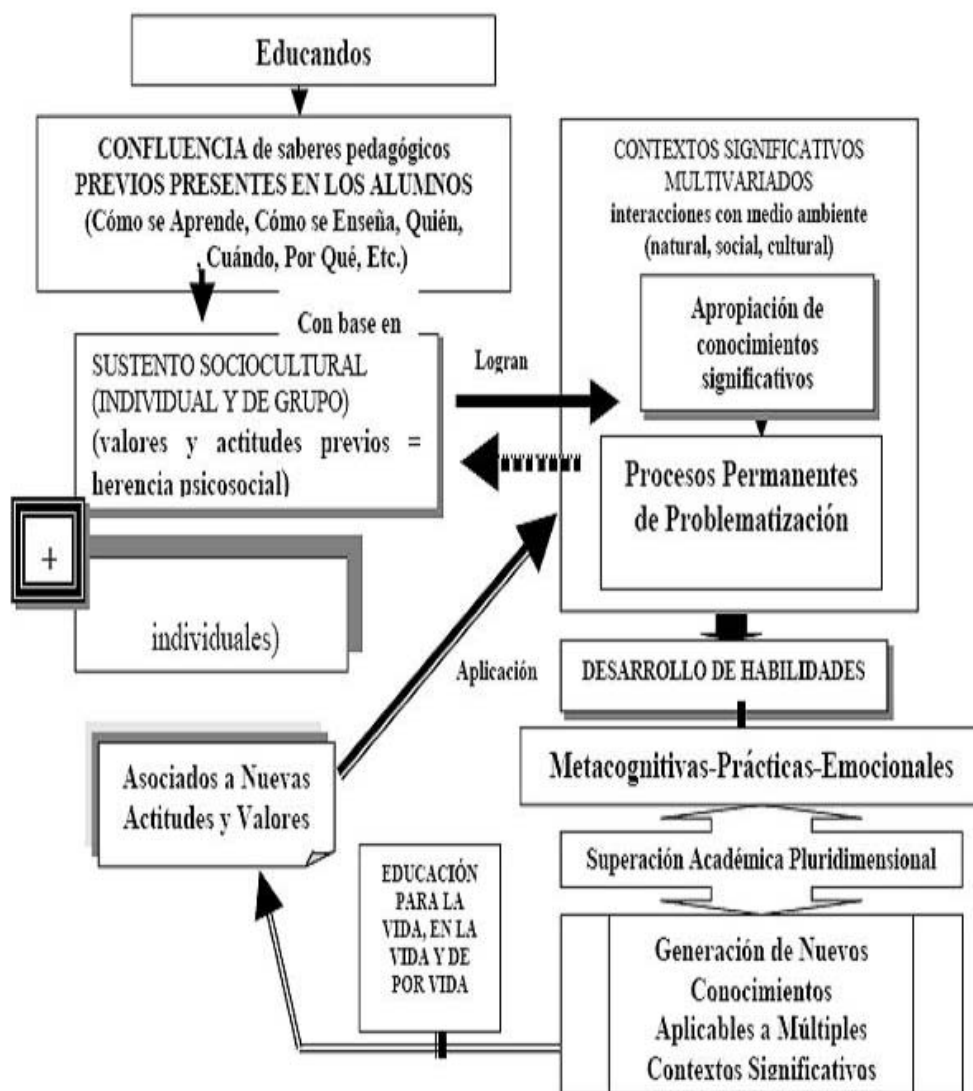
Es por las razones antes citadas que las nuevas propuestas didácticas deben ser depositarias de modelos centrados en los procesos (y por ende en los métodos), los cuales permiten pensar en la naturaleza multivariada que condiciona la enseñanza y el aprendizaje, a partir de la generación de pensamientos de alto nivel (cognitivo y metacognitivo) que ayuden al alumno a resolver problemas, no únicamente los relacionados con su campo disciplinar o de acción profesional, sino incluso aquellos que enfrente en su quehacer cotidiano. Poseedor de una amplia gama de habilidades, las cuales le proveerán de los razonamientos necesarios para alcanzar el éxito en sus actividades, podrá manejar los niveles de incertidumbre propios de la investigación, será capaz de aportar soluciones múltiples a problemas específicos insertos en amplios y diversificados contextos, partiendo de juicios diferenciados que conlleven a la propia autorregulación del pensamiento; de la misma manera podrá plantear distintas interpretaciones frente a los fenómenos que enfrente, sumiendo que no siempre se alcanza la solución a un problema a través de algoritmos probados. Aceptar esto no significa de ninguna manera negar la necesidad de contar con una amplia base de conocimientos, por el contrario, son éstos los que conforman la "matriz de soporte" de los razonamientos que habrá de elaborar y construir. Dicho dominio de conocimientos forma parte de un componente denominado "de contenido", al cual a su vez le subyacen otros más a saber: el uso de las estrategias heurísticas, estrategias de control y de aprendizaje (Lobo, 1993), los cuales brindan estructura y orden dentro del aparente caos. Sin contenidos no es posible alcanzar el éxito necesario dentro del proceso; sólo con contenidos no se puede llegar a plantear, y menos a resolver, problemas. En educación también el fondo es forma, si como fondo se entiende a los contenidos y como forma al método (proceso).

Para lograr lo anterior, se precisa que el maestro que enseña el paradigma experimental deba emplear un método didáctico que asegure darle oportunidad al alumno de observar, practicar y descubrir estrategias "expertas" dentro del contexto de una disciplina dada (Lobo, 1993). Para ello deberá enfocar sus esfuerzos conceptuando a la ciencia bajo tres dimensiones (Sjoberg, 1997): 1) la ciencia como producto; 2) la ciencia como proceso; 3) la ciencia como una interacción social. Para ello se propone el siguiente modelo integrador para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia bajo contextos significativos multivariados (Figura 1), el cual incluye en su método: identificación de modelos de actuación experta; construcción de guías de entrenamiento; diseño de estrategias de apoyo operativo, conceptual y



actitudinal (abordajes metodológicos, ordenamiento sistemático de ideas, búsqueda de modelos cognoscitivos inéditos, desarrollo de estrategias para el trabajo empírico, manejo de situaciones, autocontrol, autorregulación, negociación de saberes, entre otros); y acciones que permitan la reestructuración permanente de los dominios adquiridos (habilidades, conocimientos, destrezas, etc.).

FIGURA 1. MODELO INTEGRAL PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DEL PARADIGMA CIENTÍFICO



Dicho modelo parte de la premisa de que siendo el estudiante el que aprende y realiza actividades científicas, es en él en quien debe recaer la responsabilidad de su preparación. Bajo esta óptica el maestro, en su papel de "experto solucionador de problemas", se constituye como un "facilitador y mediador" de cada proceso en particular, debiendo implementar una serie de acciones tendientes a consolidar un verdadero espíritu científico, a partir de:

1. mostrarle las ventajas de contar con un fundamento teórico como requisito para la observación objetiva, la cual le permita disminuir las percepciones ingenuas que sobre la realidad posee;
2. demostrarle, a través de enfoques analíticos que le lleven a la delimitación de los fenómenos, que "elegir es rechazar";
3. ejercitarlo en el planteamiento continuo de preguntas científicas, llevándolo a descubrir que éstas anteceden a toda hipótesis de trabajo;
4. conducirlo permanentemente dentro de los marcos de una reflexión que le lleven a confrontar sus "creencias" con sus "saberes";
5. lograr que a través de continuas deducciones llegue a la delimitación de los fenómenos;
6. demostrarle que la evidencia empírica (de los hechos) sólo es válida si es depositaria de un método (científico para este caso);
7. concienciarlo de que investigar no sólo consiste en acumular datos y que interpretar (valorar) la medida es igualmente importante;
8. habituarlo a "pensar en el papel", asumiendo que el conocimiento es válido y existe sólo si está escrito (cognición);
9. ponerlo en contacto con los contextos que le sean significativos y donde las situaciones problemáticas le exijan el empleo de todos los recursos disponibles; y
10. permitirle que exteriorice sus ideas y particulares puntos de vista.

El maestro facilitador (mediador) debe admitir que el alumno no es un recipiente vacío al que hay que llenar con principios legaliformes. Reconocer que es depositario de una herencia psicosocial permitirá aceptar que sus disertaciones y teorizaciones, por ingenuas que parezcan, son el mejor punto de partida para alcanzar amplios dominios de razonamiento y entendimiento de la realidad. La idea es diagnosticar en torno a las capacidades (individuales primero y colectivas después), que permiten el libre tránsito hacia la apropiación de conocimientos significativos para el alumno y no sólo para el maestro. Bajo estos referentes, la problematización debe ser fomentada individual y colectivamente, trasladando con ello el entorno mediato e inmediato al aula y viceversa, facilitando que el alumno pueda verbalizar sus observaciones, aportándole de manera sutil nuevas perspectivas y dejando que las contradicciones, como reflejos del principio de incertidumbre, sean el denominador común que oriente todo el proceso, sin que ello signifique desorden o retroceso. Llenar de significado cada concepto, cada constructo, debe ser tarea cotidiana, para lo cual la búsqueda de información deberá hacerse rutinaria, no aceptando el término de un debate sin el sustento de la teoría, que aunque temporal debe ser en principio definitoria. Es de esta manera que las habilidades se irán presentando como producto de la habituación del estudiante con un entorno que no únicamente se le impone desde fuera (enfoque tradicional), sino que siendo él constructor del mismo busca fomentarlo y consolidarlo en un ejercicio que no se limita a los espacios escolares, sino que es trasladado a todos los contextos a los que acude habitualmente, donde nuevas aptitudes y actitudes se harán manifiestas. Esto deberá asegurar una educación en la vida, para la vida y de por vida. Finalmente, también habrá que reenfocar los supuestos bajo los cuales se efectúa actualmente la práctica educativa del docente. *En principio, un maestro que no problematiza e investiga sobre su práctica no debe estar enseñando ciencia.* La investigación en este campo no sólo es benéfica por los productos



(conocimientos) que de ella se derivan; el proceso de investigar, como ejercicio didáctico, ofrece al maestro la oportunidad de retroalimentarse permanentemente, confrontando sus certezas con la realidad. Sólo así la teoría puede llegar a fecundar a la práctica, sólo así la práctica docente puede llegar a ser una práctica científica, sólo así se puede enseñar cómo hacer, pensar y vivir la ciencia.

#### 4. CONCLUSIONES

Los procesos democratizadores en América Latina van más allá de los complejos cambios de gobierno o de las formas y estilos de gobernar, e incluso de las añejas recetas que llevaron a masificar la educación, esperando que con ello se volviera equitativa. Las nuevas y grandes transformaciones deben venir del cambio social efectivo. En este momento la región se debate en un proceso de reinención que busca caminos para expresarse, a la cual muchos califican de innovadores. Al final de día todo se resume bajo la vieja frase de "renovarse o morir". Ante el reto que significa enfrentar las exigencias de una sociedad del conocimiento y de las tecnología de la información y la comunicación, la sociedad hoy más que nunca se ve frente al desafío de prepararse y adaptarse, o de dejar que otros (una minoría elitista) sigan tomando las decisiones de fondo. El marcado deterioro que la educación, la ciencia y la tecnología que América Latina ha padecido no es fortuito, mucho se ha hecho para lograrlo.

Ante este panorama, urge una profunda reflexión en torno a la importancia de la alfabetización científica del ciudadano común. Las posibles respuestas a tales interrogantes pasan por referentes antropológicos y sociales, y no sólo pedagógicos; por conceptos de equidad y supervivencia humana, y no únicamente por aspiraciones utópicas producto de una moda transitoria y para muchos irrelevante. Cuando se habla de educación científica no se alude a las tradicionales enseñanzas enciclopédicas del siglo XIX y XX, depositarias de preceptos atomistas y por ende sectarios, sino que se trata de un nuevo enfoque que trasciende los añejos paradigmas, conjugándolos en una nueva cosmovisión que incluso supera las tradicionales definiciones de conocimiento, inteligencia, creatividad, talento y habilidad. ¿Qué debemos esperar después de la sociedad del conocimiento? Posiblemente nada. En todo caso como alguna vez señaló Asimov: *el conocimiento trae consigo muchos problemas, pero ninguno se resuelve con la ignorancia*. No se trata de convertir en investigadores científicos a todos los ciudadanos, se trata de la oportunidad de compartir códigos lingüísticos y conceptuales que lleven a la correcta toma de decisiones, al cabal entendimiento de los fenómenos que aquejan a la humanidad, al debate de nivel, al logro efectivo de las metas comunes, en fin, a la posibilidad de tomar las riendas del futuro, convirtiendo la realidad cotidiana en un espacio común de entendimiento. *Esto también es democracia*.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barba, A. (2001). *La ciencia busca al sector productivo*. Reforma. 17 de enero de 2001. México.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2000). *La ciencia y la tecnología para el desarrollo: una estrategia del BID*. Washington: BID.
- Banco Interamericano De Desarrollo (2006). *Educación, ciencia y tecnología en América: un compendio estadístico de indicadores*. Washington: Departamento de Desarrollo Sustentable.
- Cabral, I. (2001). Alfabetismo científico y educación. *Revista Iberoamericana de Educación*. Disponible en <http://www.rieoei.org/deloslectores/Cabral.PDF>. Consulta: 19 de diciembre de 2007.

- Dean, Luehrs and Brown, R. (1992). Is collage teaching quality influenced by research activity of the instructor?. *Journal of chemical*. 69(1).
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Piados.
- Lobo, L. (1993). *Reforma académica de la educación superior tecnológica*. SEP-COSNET-DGETA. Documento de apoyo. Cursos regionales. México.
- López, R.. (1998). En torno a las inteligencias múltiples. *Revista Enfoques Educativos*. Departamento de Educación. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Chile, 1(2).
- Macías, M. (2002). Reportaje. *México fuera de la carrera científica y tecnológica mundial*. El financiero. Jueves 12 de Septiembre de 2002. México.
- Pozo, J.I. (1990). Estrategias de Aprendizaje. En: Palacios, J. Marchesi, A. y Coll, C. (comp.). *Desarrollo Psicológico y Educación*. Tomo I. Madrid: Alianza Editorial S.A.
- Ruiz, R. (2001). Reportaje. *Ni en 200 años se alcanzaría a Europa en postgrados*. El Financiero. 14 de febrero de 2001. México.
- Shamos, M. (1995). The Myth of Scientific Literacy. *Rutgers University Press*. New Bruswick. National Science Education Standards (NRC).
- Sjoberg, S. (1997). Scientific literacy and school science. Arguments and second thoughts. En: S. Sjoberg y E. Kallerud (Eds.): *Science, technology and citizenship. The public understanding of science and technology in Science Education and research policy*, (pp. 9-28), Oslo: NIFU.
- NRC. (1996). *Science Education Standards*, National Academy Press, Washington. (Disponible en <http://www.nas.edu/>)
- Villarruel-Fuentes, M. (2001). Evaluación de la práctica educativa y científica del profesor investigador en el Instituto Tecnológico Agropecuario de Veracruz. Memoria. *VI Congreso Nacional de Investigación Educativa*, Manzanillo, Colima; México.
- Villarruel-Fuentes, M. (2002). La investigación científica como actividad social y su impacto en los espacios académicos. *Revista Mexicana de Pedagogía*, XI(66), pp. 10-15.
- Villarruel-Fuentes, M., Corro, F.T. (2002). *El éxito académico en alumnos del Subsistema Tecnológico Agropecuario en Veracruz: 2. Habilidades Metacognitivas*. Memoria. *XIII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario*, Guadalajara, Jal., México.