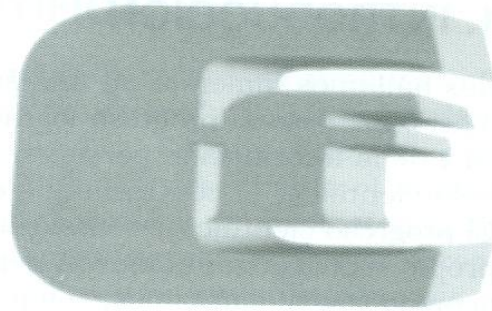


ALFABETISMO CIENTÍFICO Y EDUCACIÓN



Ignacio Cabral Perdomo*

RESUMEN

Vivimos una época de grandes cambios, de progreso, pero también de grandes contradicciones, donde muchos ciudadanos perciben la ciencia y la tecnología como algo ajeno. Ante esto, el autor se hace preguntas claves - cómo fomentar el interés por la ciencia, cómo reducir el analfabetismo científico -, y establece unas conclusiones que interesan tanto a los profesores, como a los alumnos y los distintos agentes sociales.

ABSTRACT

We are living in an era of great changes as for the progress, but at the same time it is full of contradictions, where many citizens perceive science and technology as something that has nothing to do with their lives. Therefore the author asks himself important questions, such as how to increase the interest for science or how to reduce the lack of scientific knowledge. He draws some interesting conclusions that concern not only teachers, but also students and other social agents.

Nuestras niñas, niños y jóvenes deberían tener la oportunidad de aprender y cuestionar, y sobre todo de cuestionar y criticar nuestras propias enseñanzas, de mirar hacia el espacio exterior, explorar hacia atrás en el tiempo, observar la naturaleza, y descubrir y entender la unidad del universo. En el futuro, armados con ese conocimiento, ellos tendrán los medios para salvarnos de la acción auto-destructora del hombre, y podrán imaginar y construir, colectivamente, los mundos posibles.

Eduardo Martínez (1997)

* Licenciado en Ingeniería Bioquímica de Alimentos en Universidad de las Américas (México) . Máster en Computación en Sistemas de Información. Es profesor en la división profesional del ITESM de Veracruz.

1. INTRODUCCIÓN

Nos hallamos inmersos en una época de cambios continuos y también de contradicciones. Pese al progreso logrado, en esta sociedad autodenominada tecnológica y de la información persisten actitudes irracionales (pseudociencia) y la incultura científica, al contrario que el analfabetismo normal, no ha sido desterrada. El progreso científico y tecnológico es tan vertiginoso que, a veces incluso para el propio especialista, no queda tiempo para su correcta asimilación. El adaptarse o acomodarse al cambio es, como señala Carl Sagan (1997), clave para la supervivencia de nuestra civilización.

La mayoría de los ciudadanos contemplan cómo la ciencia y la tecnología se convierten en algo ajeno, alejados de sus posibilidades de comprensión. Las personas se benefician y, en ocasiones, se ven afectadas de forma negativa de unos avances científicos y técnicos que a duras penas comprenden y mucho menos ponen en cuestión. La especialización creciente, el lenguaje que se utiliza y las características propias de la actividad investigadora constituyen una dificultad añadida que complica aun más el tan necesario puente entre los científicos (vistas como personas que hacen ciencia) y la sociedad (como receptora, a corto o largo plazo de esa ciencia). La ciencia se percibe hoy como un reducto donde se ocultan unos privilegiados llamados los científicos, que, con honrosas excepciones, hacen muy poco para que otros fuera del círculo de especialistas puedan acceder. Acercarse y acercar la ciencia requiere un esfuerzo. Algo que ni el ciudadano ni el científico están dispuestos a realizar. No sólo las personas involucradas en alguna rama de la ciencia o las ingenierías deben acercarse a ella, incluso los humanistas y aquellas personas relacionadas con las ciencias sociales deben poseer los conocimientos científico básicos para desenvolverse en el mundo actual. Debemos romper con la brecha que existe entre los intelectuales literarios y los científicos, tal como lo describió Carl P. Snow hace 42 años en su ensayo *The Two Cultures and the Scientific Revolution* (1959) en el que escribió: “Los literatos y los intelectuales en un polo - en el otro los científicos... entre los dos un golfo de incomprensión mutua”.

Bastan otros ejemplos para poder apreciar con mayor amplitud el problema de este analfabetismo. A principios de 1999 se aplicó una encuesta en el Distrito Federal (BAROT Y DE LA PEÑA, 2000) en la que se indagó tanto acerca de los conocimientos científicos y la confianza de la gente en la ciencia, como de sus creencias pseudocientíficas, religiosas y ocultistas. Se entrevistaron a 664 personas entre 16 y 65 años de edad en lugares públicos. Según las respuestas, en la Ciudad de México, 77% de la gente cree en la astrología, 24.5% cree en la existencia de vampiros, 38% en la existencia de brujas y sólo 7% en la existencia del “chupacabras”. Otros resultados interesantes fueron: el 57.2% supo que las plantas de la Tierra evolucionaron y el 53.9% sabía que la Tierra tarda un año en dar la vuelta al Sol; sólo el 48% dijo que la temperatura del cuerpo humano varía entre 36 y 37 grados Celsius; el 43.2% cree que las fotografías de ovnis son auténticas y no fotomontajes, y el 63.9% de los entrevistados cree que es posible sentir los campos de energía de la Tierra. Para finalizar, la encuesta reveló que el 77.3% cree que el Zodiaco tiene una relación directa con las dificultades de la vida.

Pese a todo, el interés por los temas científicos se mantiene. Las preguntas que surgen son: ¿qué hacer para canalizar el interés por la ciencia? ¿cómo reducir el analfabetismo científico que nos invade cada vez más?

2. DIVULGACIÓN Y CULTURA CIENTÍFICA

“Tomates modificados por ingeniería genética rompen récord de producción”; “Japón toma la delantera en la carrera de superconductores”; “Se envía sonda a Marte equipada con tres espectrofotómetros para analizar su superficie”; “Científicos descifran el 99% del código genético humano”; “Es descubierto el quasar más distante a la tierra”. Éstos son sólo algunos ejemplos de encabezados de noticias relacionadas con la ciencia. La pregunta que surge es: ¿cualquier persona comprende lo que se dice en ellas? Si se realiza una investigación más a fondo, lo más probable es que arroje resultados más cercanos a la negación de la pregunta planteada. No todas las personas poseen el grado de alfabetismo científico que exige el comprender esos enunciados, ya sea debido a una indiferencia total hacia los temas científicos o a la falta de una cultura científica básica que le permita comprenderlos. Pero ahora, ¿por qué es importante el ser letrado científico? Trataré de dar respuesta a esta pregunta.

Tal vez la primera respuesta a la pregunta planteada sería que el alfabetismo científico es necesario porque lo exige nuestra cultura actual. Imagino a una persona que no supiera leer durante el renacimiento, lo más seguro es que dicho individuo quedara relegado de las discusiones de la época. Este hecho tendría su reflejo en nuestra sociedad actual cuando en alguna charla o discusión se tratan temas científicos y el iletrado no participara en ellas. Por ejemplo, pensemos en el gran número de personas que creen firmemente que el hombre y los dinosaurios convivieron en la Tierra simultáneamente. Es muy común que los hallazgos científicos juegan, casi siempre, un papel importante en la determinación del clima intelectual de una época determinada de la humanidad. La sociedad moderna requiere necesariamente del entendimiento entre los dos mundos, casi siempre incomunicados, de la investigación científica y el resto de la sociedad civil, ajena a esos temas, pero no a sus consecuencias.

Otra respuesta básica la constituye el aspecto cívico del alfabetismo científico. Mucho se ha criticado a nuestros gobernantes por ciertas decisiones relacionadas con la ciencia y tomadas en forma desatinada. Pero, ¿realmente somos capaces de criticar dichas acciones sin una fundamentación científica que nos respalde? En varios artículos se ha criticado en todo el mundo esa falta de conocimiento de la ciencia básica por parte de los gobernantes y dirigentes de varios países. ¿Son acertadas ciertas decisiones realizadas por ellos? Nuestros futuros dirigentes deben poseer, por exigencia, un conocimiento básico de los fenómenos científicos que rigen a la naturaleza.

Una respuesta más la constituye el simple hecho de comprender, de manera científica, los fenómenos naturales que vivimos diariamente. Es preocupante el avance de un gran número de pseudociencias que pretenden, sin el menor rigor científico, tener respuesta a todo. Carl Sagan, en su libro *El Mundo y sus demonios* (1997), se pregunta si no nos estamos precipitando hacia una nueva edad oscura, hacia un tiempo en el que, conviviendo con computadoras y satélites artificiales, la superstición y la leyenda ganan terreno en las aulas, en los medios de comunicación y en los gobiernos, en detrimento del pensamiento escéptico, del juicio crítico que nos permitió abandonar la edad de piedra y construir una civilización tecnológica. El creacionismo, las ciencias ocultas, los ovnis o el integrismo no son sino distintas manifestaciones de la irracionalidad humana frente al mundo que nos rodea. La mayoría de los periódicos dedican una sección diaria a

la astrología y los horóscopos, pero, ¿cuántos dedican una sección similar para la ciencia? El autor achaca que hayamos llegado a esta situación a la pérdida de interés por la ciencia.

En una encuesta realizada en los Estados Unidos por la *National Science Foundation*, el 50% de los adultos desconocía que la Tierra girase alrededor del sol y que tardara un año en hacerlo; el 21% puede definir el ADN, sólo el 9% puede definir lo que es una molécula; el 63% ignoraba que los dinosaurios se extinguieron antes de la aparición del hombre, y el 75% no sabía que los antibióticos sólo matan a las bacterias y no a los virus y 25 millones de norteamericanos no pueden localizar los Estados Unidos en un mapa del mundo. Existe una alta tasa de analfabetismo científico, desgraciadamente en aumento, que desemboca en actitudes irracionales al ser incapaces culturalmente de comprender el mundo con un pensamiento coherente con nuestros conocimientos. Agreguemos a esto la influencia de las religiones que, con su postura dogmática, no ayudan precisamente a la aceptación de la ciencia entre los ciudadanos.

Bastan dos ejemplos para ilustrar este punto: en 1993, el jeque Abdel-Aziz Ibn Baaz, máxima autoridad religiosa de Arabia Saudita, promulgó que la Tierra es plana, y la reacción de algunos rabinos ortodoxos cuando se estrenó la película Parque Jurásico en Israel, puesto que el universo tiene menos de seis mil años de antigüedad según sus creencias, proclamar que los dinosaurios vivieron hace cien millones de años era una gran infamia. Por cierto que esta doctrina la comparten igualmente los creacionistas en los Estados Unidos, y que difunden en los colegios anatemizando a Darwin y negando la evolución de las especies.

Lo anterior también nos lo remarca Richard Feynman en su discurso a la generación 1974 del Caltech (FEYNMAN, 1999), titulado *Cargo Cult Science*, en donde les hace ver a los graduandos sobre la importancia de alejarse de las pseudociencias, que pretenden ser “científicas” y que nos invaden en diversas áreas de la sociedad, y trabajar bajo los métodos que realmente son científicos.

Por todo esto es importante el aumentar el alfabetismo científico. Según Eduardo Martínez (1997), la disminución del analfabetismo científico debe contribuir a que el conocimiento científico y tecnológico constituya una componente central de la cultura, de la conciencia social y la inteligencia colectiva, y a la efectiva integración cultural, étnica, lingüística, social y económica. En el largo plazo, el aumento del conocimiento científico básico, como toda actividad socio-cultural necesariamente debe tener un impacto en el desarrollo económico y social de las naciones, más específicamente en:

- el desarrollo sostenible de la nación y el bienestar y la calidad de vida de la población.
- la conservación del medio ambiente.
- el conocimiento y fortalecimiento de la cultura nacional.
- la transmisión de los más elevados valores éticos.
- una educación objetiva, creativa, participativa, independiente, imparcial, plural y laica.
- la conciencia y práctica de la excelencia.

3. ALFABETISMO

El concepto de alfabetismo, más allá de ser estático, ha cambiado a través del tiempo. Históricamente, el término alfabetismo ha sido definido de muchas maneras. Dichos conceptos responden a circunstancias políticas y económicas emergentes, valores culturales cambiantes y nuevas posibilidades tecnológicas. Las nociones sobre alfabetismo son conformadas por la historia y conforman a la propia historia como retribución. Ellas cambian en cualquier momento dado - en lo que se entiende ser la substancia del alfabetismo, en lo que se supone ser alfabeto y con qué propósito. No hay necesidad de decir que todas ellas están fuertemente ligadas.

A medida que evolucionó el concepto de alfabetismo desde la visión de las artes liberales, designó los estudios adecuados para aquellos hombres con capacidad de pensar. Eventualmente, se codificaron en el *trivium* (estudios en gramática, lógica y retórica) y el *quadrivium* (aritmética, geometría, astronomía y música). En la Edad Media, los escolásticos de la iglesia - quienes en especial tenían que ser letrados o alfabetas dada su responsabilidad por preservar el conocimiento del pasado - añadieron al *trivium* y al *quadrivium* el estudio del Latín, Árabe y Griego. El que cambió radicalmente este aspecto fue Gutenberg. A medida que maduró el Renacimiento, las artes liberales llegaron a ser vistas como aquellos estudios que impartían una educación liberal amplia, en contraste con una especializada o vocacional. El número de personas que tenían razón para leer, podían entonces hacerlo y tener acceso a grandes cantidades de material de lectura.

Durante el siglo XIX, la revolución industrial y la democracia creciente aceleraron la tendencia hacia la educación universal. En 1870, Inglaterra fijó el patrón con el Acta de Educación de Foster, garantizando una educación básica para todos. Diversos eventos en el siglo XX tales como el sufragio de la mujer, movimientos de igualdad, los rápidos cambios sociales y económicos dirigidos por la tecnología y los efectos de las dos guerras mundiales, provocaron avances en el alfabetismo en la mayoría de los países industrializados.

En un estudio realizado por el *Educational Testing Service* (ETS) y reportado en Rutherford y Graham (1995) se define alfabetismo como "el uso de información impresa y escrita para funcionar en la sociedad, alcanzar los objetivos personales y desarrollar el conocimiento y potencial propios". En dicho estudio se consideran tres escalas de alfabetismo: de prosa, de documentos y el cuantitativo. Sin embargo, para los propósitos de la presente investigación utilizaremos una concepción alterna de alfabetismo, aquella que para nuestros propósitos podrá ser más útil y que caracteriza al alfabetismo en términos del conocimiento mínimo y las habilidades que un individuo requiere para ser considerado alfabeto en un dominio dado.

Mientras que la definición de alfabetismo adulto en el reporte ETS habla de "conocimiento que es requerido", el conocimiento que cuenta es claramente el conocimiento de procesos más que el conocimiento de contenido - el conocimiento sobre cómo hacer algo más que el conocimiento de algo. La concepción funcionalista de alfabetismo no predica algún conocimiento particular de las artes, las humanidades o las ciencias. Por otro lado, en la tradición de las artes liberales, la tendencia es hacer énfasis en la adquisición de la comprensión y entendimiento y ciertas habilidades asociadas con sus diversos dominios. Como veremos más

adelante, varios de los enfoques al alfabetismo científico reflejan elementos de ambas definiciones - la de las artes liberales y la funcional.

Según Bybee (1997), la medición del alfabetismo ha variado desde ser capaz de escribir el propio nombre a ser altamente educado. En los Estados Unidos, el alfabetismo ha sido definido por la habilidad para leer un periódico, mientras que en 1940 el censo lo definió como haber completado el cuarto grado de estudios primarios. Aunque las definiciones han variado, ser alfabeto ha sido referido de manera consistente con alcanzar una habilidad suficiente en los procesos requeridos para interpretar culturalmente información significativa. Esta consistencia se ve reflejada en el enfoque de Edward Hirsh denominado Alfabetismo Cultural. Él describe a una persona alfabeto cultural como aquella que posee la información básica requerida para prosperar en el mundo moderno.

4. ANALFABETISMO CIENTÍFICO

Ciencia y tecnología representan hoy todo lo que la sociedad espera, no sólo para la solución específica de sus grandes problemas, sino también como motores permanentes de su desarrollo económico. Este último hecho manifestado en forma especial en el documento: *Science in the National Interest* (1994) elaborado por la Oficina Ejecutiva del Presidente de los Estados Unidos y con un prefacio del Presidente William Clinton y el Vicepresidente Al Gore.

Julio Muñoz, Secretario General de la Asociación Española de Periodismo Científico, nos indica: “El conocido supuesto de que si el desarrollo científico y tecnológico se detuviera, la sociedad regresaría a una época todavía más precaria que la de las cavernas ya forma parte del sentir del ciudadano medio en casi todos los países del mundo. Esto quiere decir que la ciencia y la tecnología han alcanzado algo así como ese famoso “punto de no retorno” de los lanzamientos espaciales, en cuanto al progreso de la humanidad se refiere.”

Al revisar la literatura nos encontramos con acrónimos como PUS (*Public Understanding of Science*) y SL (*Scientific Literacy*). El supuesto implícito al utilizar palabras como “público” y “alfabetismo” o “letrado” es que la ciencia y la tecnología son buenas para todo el mundo, que todos los miembros del público en la sociedad moderna deben ser letrados o alfabetos en ciencia y tecnología. Nuestra visión del mundo es una visión basada en la ciencia. Tal como nos lo indica Sjøberg (1996): Nos gusta pensar que la ciencia ha empujado hacia un lado las cortinas de la ignorancia, y ha reemplazado los mitos y creencias con verdades verificables. Nos gusta pensar acerca de nuestra sociedad como un lugar donde el conocimiento científico y el pensamiento racional han reemplazado dogmas, supersticiones y prejuicios.

La sociedad espera que sean la misma ciencia y la misma tecnología que desarrollen soluciones para los problemas que ellas mismas han creado y siguen creando. Basta con citar las alteraciones de la capa de ozono, las lluvias ácidas, las mareas negras, los vertederos tóxicos, la deforestación, o incluso recordar los dramáticos nombres de Chernobil, en Rusia, o de Bophal en la India, eventos que están en la mente de todos nosotros (por lo menos eso es lo que suponemos).

De todo lo anterior deberíamos esperar que el conocimiento científico esté muy difundido entre los miembros de las sociedades actuales, que la mayoría de las

personas compartan el conocimiento sobre el que se construye nuestra sociedad, y sobre el que nuestra visión del mundo está fundamentada. Quisiéramos pensar que las personas tienen actitudes científicas interiores, maneras de pensar, estados mentales. También nos gustaría pensar que los nuevos retos de la humanidad son enfrentados de una manera racional y crítica, no con prejuicios, supersticiones y emociones injustificadas. Tristemente estos supuestos no son una realidad. Entre los educadores y los científicos no se requiere el reafirmar el valor y méritos educacionales de la ciencia para todo el mundo, nuestro problema es, por supuesto, que el “resto del mundo” no ve tan evidente ese valor con la misma profundidad en que lo hacemos nosotros. De ahí que surja la problemática de lo que se ha llamado analfabetismo científico.

Iniciemos la descripción de este problema definiendo, en primera instancia, lo que entendemos por ciencia. Holton (1993) nos la define de la siguiente manera: la ciencia se relaciona con explicaciones generales, leyes y teorías, objetivas, universales e independientes del tiempo, lugar o contexto. El propósito de la ciencia es el “saber por qué” de las cosas o “la búsqueda de la verdad”. Otra definición aceptada de manera muy popular es: ciencia es la acumulación sistemática, organización y diseminación del conocimiento; mientras que el diccionario Merriam-Webster on line (2001) nos la define como: un conocimiento o un sistema de conocimiento que cubre verdades generales o la operación de leyes generales que son obtenidas y probadas por medio del método científico. Podríamos buscar y encontrar más definiciones sobre ciencia, pero lo que es importante, tal como nos lo expresa Sjøberg (1996) es que la ciencia es un elemento fundamental en nuestra cultura, ella ha conformado nuestra visión del mundo, está fuertemente conectada con nuestro pensamiento filosófico, y comprende ideales, normas y maneras de pensar que están en el corazón de nuestra cultura. La modernidad, la racionalidad y la iluminación son elementos clave en nuestra sociedad, y éstos están conectados inherentemente con el pensamiento científico. La ciencia es uno de los más grandes productos culturales de la humanidad, y la noción de una “persona educada” en nuestra sociedad moderna debe incluir un encuentro con la ciencia como empresa humana.

La educación científica se proporciona a los alumnos desde los grados preescolares (a un nivel básico) hasta la propia universidad (a un nivel más avanzado). En casi todos los niveles educativos podemos encontrar materias relacionadas directa o indirectamente con temas científicos. Sin embargo ha proliferado una verdadera explosión en el interés dedicado a explorar el entendimiento de la ciencia entre el público general. Podemos encontrar un movimiento internacional en este campo, con personas y organizaciones involucradas en la definición y medición de conceptos sobre el analfabetismo científico y en la identificación de las causas y buscando la mejor forma de hacer frente al reto o de mejorar la situación actual.

Basta mencionar algunos ejemplos para ilustrar lo anterior. En los Estados Unidos existe el *International Centre for the Advancement of Scientific Literacy* (MILLER, 1993), en el Museo de Ciencias de Londres existe una oficina dedicada al entendimiento público de la ciencia, e incluso existe una publicación internacional con el mismo enfoque y nombre. En los Estados Unidos, la *National Science Foundation* publica reportes anuales sobre indicadores de ciencia y tecnología (NSF, 2000). La Comisión Europea (1993) ha publicado datos que comparan el entendimiento público de la ciencia en países Europeos. Existe también el *International Council for the Comparative Study of the Public Understanding of Science*

and Technology, así como conferencias internacionales dedicadas al entendimiento público de la ciencia (1994 en Londres, 1995 en Beijing y 1997 en Chicago).

Todas las anteriores organizaciones y reportes nos dan idea de la preocupación existente y sus resultados se ven reflejados en una serie de iniciativas y programas que tratan de dar una solución al problema. Tal es el caso del llamado *Project 2061* de la *American Association for the Advancement of Science* (AAAS, 1989) en el que un panel de científicos, matemáticos y tecnólogos identifican qué es lo más importante que la nueva generación debe conocer y ser capaz de hacer en ciencia, matemáticas y tecnología - que los convertirá en alfabetas científicos. Las recomendaciones de este panel se integraron en la publicación *Science for All Americans* que define el alfabetismo científico y fija algunos principios para el aprendizaje y enseñanza efectivos. En el año de 1993 se agregó al reporte la sección *Benchmarks for Science Literacy* en la que se presentan elementos de comparación para determinar qué requieren estudiar los alumnos en la escuela para convertirse en alfabetas científicos.

Otro programa a gran escala en los Estados Unidos está organizado conjuntamente por la *National Academy of Science* y el *National Research Council*. Después de involucrar a miles de científicos, profesores y educadores, publicaron un importante reporte en 1996 titulado *National Science Education Standards* (NRC, 1996) en el que el primer párrafo es:

“Esta nación ha establecido como un objetivo el que todos los estudiantes alcancen el alfabetismo científico. Estos estándares nacionales de educación están diseñados para permitir que la nación alcance dicho objetivo”.

Vale la pena comentar que ambos proyectos tienen similitudes en cuanto a que:

- ◆ Ofrecen recomendaciones para mejorar el alfabetismo científico de todos los estudiantes.
- ◆ Reconocen que es necesaria una educación básica en ciencia, matemáticas, y tecnología si deseamos que todos los estudiantes tengan una vida interesante y productiva en un mundo tecnológicamente complejo y cambiante.
- ◆ Sugieren estándares que describen el contenido, habilidades, enfoques de enseñanza, y herramientas de evaluación que proveen a todos los estudiantes con oportunidades para alcanzar el alfabetismo científico (SOUSA, 1996)

Como un último ejemplo de otra iniciativa, la UNESCO lanzó un ambicioso proyecto titulado *Project 2000+: Scientific and Technological Literacy for All*. Aunque no ha tenido la misma repercusión de otros proyectos similares, nos brinda una idea más de la preocupación subyacente al problema del analfabetismo científico en todo el mundo.

Después de haber revisado las manifestaciones del fenómeno descrito, pasemos a analizar qué es lo que se entiende por alfabetismo científico, o más comúnmente utilizado el término en forma negativa como analfabetismo científico. ¿Qué significa el término? ¿significa conocimiento de los hechos y logros de la ciencia? ¿significa familiaridad con el trabajo científico? ¿significa contar con el suficiente entendimiento para hacer juicios independientes sobre decisiones relacionados con ciencia en nuestra sociedad? o ¿significa todo lo anterior al mismo tiempo?

Para Shamos, (1995), el alfabetismo científico no reside únicamente en poder

hacer juicios personales sobre decisiones científicas ya que, según él, sólo el 6 o 7 por ciento de los adultos en Estados Unidos alcanzan esta clasificación. Para este autor el término significa algo más: el pensar científicamente a diferencia del pensamiento común y nos propone que esto sólo se logrará a través de una educación científica seria, tanto de los propios profesores como de los alumnos, desde los primeros grados escolares.

Él define tres tipos de alfabetas científicos:

- ◆ Alfabeto científico cultural. Basándose en las ideas de Hirsch, Shamos define este tipo como aquella persona que posee un conocimiento pasivo de los términos científicos, cierta familiaridad con algo del lenguaje utilizado en la ciencia.
- ◆ Alfabeto científico funcional. Idea asociada con los trabajos de John Miller, director del *International Center for the Advancement of Scientific Literacy*. Este tipo de alfabeto involucra una habilidad para usar los conceptos de la ciencia tal y cómo se muestran en la vida diaria y tienen la suficiente preparación para leer artículos en periódicos que poseen contenido científico.
- ◆ Alfabeto científico verdadero. Noción muy similar a aquella de Dewey de un “estado mental científico”. Involucra no sólo una comprensión profunda de los conceptos científicos, sino también una habilidad para hacer por lo menos algo de matemáticas. En este aspecto James Trefil (1996) propone que se le llame a este tipo “competitividad científica”

Un tipo adicional a los anteriores es el propuesto por John Miller, citado en (POLINO, 1999), al que llama alfabeto científico cívico y que en su libro *Percepciones del público ante la ciencia y la tecnología* dice: “(...) la alfabetización científica cívica es multidimensional (...) implica tres dimensiones relacionadas: un vocabulario básico de términos y conceptos científicos suficiente como para poder leer opiniones divergentes en los periódicos, una comprensión del proceso de investigación científica, y una comprensión de las repercusiones de la ciencia y la tecnología en los individuos y la sociedad”.

En cuanto al tipo de alfabeto funcional descrito por Shamos, vale la pena mencionar lo que comenta (POLINO, 1999) sobre el analfabetismo funcional tradicional: (...) incluso dejando a un lado a los países más pobres del mundo, una proporción considerable de población de los países industrializados está en condiciones de analfabetismo funcional. Son personas que no poseen ciertas competencias mínimas para desenvolverse en las sociedades contemporáneas: por ejemplo, usar un fax o una computadora. (...)

Este analfabetismo funcional contribuye a agravar más la situación del analfabetismo científico: “para millones de adultos que no están alfabetizados funcionalmente, el mundo de la ciencia está tan alejado como el planeta Plutón”.

Por otro lado, para Francisco Ayala, expresidente de la AAAS y miembro del Comité de Consejeros del presidente Clinton, hoy debe entenderse como alfabetismo científico “un conocimiento del quehacer cotidiano de la ciencia”, siendo “analfabetos científicos quienes carezcan de los conocimientos suficientes para poder responder a los planteamientos técnicos que influyen de forma significativa en nuestra vida cotidiana y en el mundo de la actividad política”.

Esta última opinión la comparten Robert Hazen y James Trefil en su libro *Scien-*

ce Matters - Achieving Scientific Literacy (1991) en donde expresan: “el alfabetismo científico constituye el conocimiento que una persona requiere para entender decisiones públicas. Es una mezcla de hechos, vocabulario, conceptos, historia y filosofía.

No es el conocimiento especializado de los expertos, pero sí el conocimiento más general y menos preciso usado en los discursos políticos. Si una persona puede entender las noticias del día relacionadas con la ciencia, si puede poner artículos con titulares acerca de la ingeniería genética y del agujero de ozono en un contexto significativo y, en general, si puede tratar las noticias acerca de la ciencia en la misma manera que trata todo lo que viene sobre su horizonte, entonces esa persona es un alfabetista científico”.

Para (RUTHERFORD Y AHLGREN, 1990), director y director asociado respectivamente, del proyecto 2061, el alfabetismo científico incluye el estar familiarizado con el mundo natural, entendiendo cómo la ciencia, las matemáticas y la tecnología son empresas humanas que dependen una de otra, y ser capaz de usar conocimiento y maneras de pensar científicas para propósitos personales y sociales.

Complementando las definiciones anteriores, revisemos la que se propone en el documento *National Science Education Standards* (NRC, 1996): “Alfabetismo científico significa que una persona puede preguntar, encontrar o determinar respuestas a preguntas derivadas de la curiosidad acerca de las experiencias diarias. Significa que una persona tiene la habilidad para describir, explicar, y predecir fenómenos naturales. Implica que una persona pueda identificar aspectos científicos que soportan las decisiones de tipo local o nacional y exprese opiniones al respecto sustentándose tanto científica como tecnológicamente.”

Como se puede apreciar, existen muchas versiones para la definición de alfabetismo científico. Un autor que se ha preocupado por esclarecer más el término y al mismo ha estudiado su evolución a través del tiempo es (BYBEE, 1997).

En su libro *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices* nos brinda un panorama muy completo de la evolución y perspectivas actuales del término.

Podemos concluir esta sección indicando que tanto para Bybee como para otros autores (SJØBERG, S., KALLERUD, eds., 1997); (SASKATCHEWAN EDUCATION, 1992); (NRC, 1996) el concepto de alfabetismo científico se hace norma al ver la ciencia bajo tres grandes dimensiones o aspectos:

- ◆ La ciencia como un producto.
- ◆ La ciencia como un proceso.
- ◆ La ciencia como una institución social.

En relación a estas dimensiones, el documento *Science for All Americans* (AAAS, 1989) nos propone ver a la ciencia bajo los siguientes aspectos:

- ◆ La visión científica del mundo.
- ◆ El cuestionamiento científico.
- ◆ La empresa científica.

5. HABILIDADES Y CONOCIMIENTOS PARA EL ALFABETISMO CIENTÍFICO

La pregunta que surge en este momento es la siguiente: ¿qué habilidades y conocimientos se requieren para que una persona sea considerada como un alfabeto científico?

Analicemos en primera instancia el caso Canadiense, para las escuelas de Saskatchewan se ha reformado el currículum de primaria y secundaria al definir el alfabetismo científico sustentado bajo siete dimensiones. De manera muy general, estas dimensiones indican que la ciencia permitirá al estudiante:

- ◆ Entender la naturaleza de la ciencia y del conocimiento científico como una única forma de conocer.
- ◆ Entender y aplicar con exactitud los conceptos científicos, principios, leyes y teorías al interactuar con la sociedad y el medio ambiente.
- ◆ Utilizar procesos de la ciencia en la solución de problemas, al hacer decisiones, y para un mayor entendimiento del mundo.
- ◆ Entender y apreciar la empresa conjunta de la ciencia y la tecnología y las interrelaciones entre ellas en el contexto de la sociedad y el medio ambiente.
- ◆ Desarrollar numerosas habilidades de manipulación asociadas con la ciencia y la tecnología, especialmente con medidas.
- ◆ Interactuar con los diversos aspectos de la sociedad y el medio ambiente en formas que sean consistentes con los valores que sustentan a la ciencia
- ◆ Desarrollar una visión única de la tecnología, la sociedad y el medio ambiente como un resultado de la educación científica, y continuar extendiendo este interés y actitud a lo largo de su vida.

Una segunda opinión es la contenida en el documento *Science for All Americans* (AAAS, 1989) en la que se expresa que una persona letrada científicamente debe entender y/o saber que:

- ◆ El mundo es comprensible.
- ◆ Las ideas científicas están sujetas a cambios.
- ◆ El conocimiento científico es durable.
- ◆ La ciencia no puede proveer respuestas completas a todas las preguntas.
- ◆ La ciencia demanda evidencia.
- ◆ La ciencia es una mezcla de lógica e imaginación.
- ◆ La ciencia explica y predice.
- ◆ Los científicos tratan de identificar y evitar el sesgo.
- ◆ La ciencia no es autoritaria.
- ◆ La ciencia es una actividad social compleja.
- ◆ La ciencia está organizada en disciplinas de contenido y se lleva a cabo en varias instituciones.

- ◆ Los científicos participan en las decisiones públicas tanto como especialistas como ciudadanos.
- ◆ Existen principios éticos generalmente aceptados en la conducta de la ciencia.

Todo lo anterior bajo la posesión, por lo menos en un cierto grado, de algunos de los valores, actitudes y habilidades característicos de la ciencia, por ejemplo:

- ◆ Respeto por el uso de evidencia y razonamiento lógico al hacer argumentos; honestidad, curiosidad, y apertura a nuevas ideas; y escepticismo al evaluar argumentos.
- ◆ Habilidades de cálculo, incluyendo la habilidad para hacer ciertos cálculos mentales rápidos y exactos; realizar cálculos usando papel y lápiz y calculadoras electrónicas; y estimar respuestas aproximadas cuando sea apropiado y registrar la racionalidad de otros cálculos.
- ◆ Habilidades de comunicación, incluyendo la habilidad para expresar ideas básicas, instrucciones, e información claramente tanto en forma oral como escrita; organizar la información en tablas y gráficas simples y dibujar diagramas simples.
- ◆ Habilidades de respuesta crítica que permitan a las personas juzgar cuidadosamente las aseveraciones - especialmente aquellas que involucran a la ciencia - hechas por publicistas, figuras públicas, organizaciones, y los medios de noticias y entretenimiento, y someter sus propias opiniones al mismo tipo de escrutinio siendo menos susceptible al prejuicio y racionalización.

Por otro lado, refiriéndonos a los conocimientos básicos y fundamentales para la ciencia actual, James Trefil en su capítulo *Scientific Literacy* editado en el libro de Gross y colaboradores (1996) nos brinda una lista de las ideas centrales en la ciencia que, en cierto orden de importancia, son:

- ◆ Causalidad/orden
- ◆ Energía/entropía
- ◆ Electricidad/magnetismo
- ◆ El átomo
- ◆ Enlace químico/reacciones químicas
- ◆ Selección natural/evolución
- ◆ Biología celular/bioquímica
- ◆ Código genético/medicina molecular
- ◆ Tectónica de placas
- ◆ El Big Bang/origen del universo
- ◆ Estrellas y galaxias
- ◆ Genética mendeliana
- ◆ Propiedades de los materiales
- ◆ Ciclos terrestres
- ◆ Ecosistemas

- ◆ Relatividad
- ◆ Mecánica cuántica

Bajo esta misma tónica, el mismo documento *Science for All Americans* (AAAS, 1989) indica que los conocimientos básicos que debe poseer un alfabetista científico son:

- ◆ La estructura y evolución del universo, con un énfasis en la similitud de materiales y fuerzas encontrados en todos lados, el poder de unos principios generales (tales como la gravitación universal y la conservación de la energía).
- ◆ Las características generales del planeta Tierra, incluyendo su localización, movimientos, origen y recursos; la dinámica por la cual su superficie es formada y transformada; el efecto de los organismos vivientes sobre su superficie y atmósfera; y cómo sus tierras, ríos y océanos, clima y recursos tienen una influencia sobre y cómo viven las personas, y cómo se ha desarrollado la historia humana.
- ◆ Los conceptos básicos relacionados con la materia, energía, fuerza y movimiento, con un énfasis sobre su uso en modelos para explicar un vasto y diverso arreglo de fenómenos naturales desde el nacimiento de las estrellas hasta el comportamiento de las células.
- ◆ La rica diversidad de los organismos de la Tierra y la sorprendente similitud en la estructura y funciones de sus células, la dependencia de las especies sobre otras y sobre el ambiente físico, y el flujo de materia y energía a través de los ciclos de la vida. La evolución biológica, concepto basado en la extensa evidencia geológica y molecular, como una explicación de la diversidad y similitud de las formas de vida y como un principio organizador central para toda la biología. La estructura básica y funcionamiento del cuerpo humano, visto como un sistema de células y órganos que sirven a las funciones de obtención de energía a partir de los alimentos, protección contra daños, coordinación interna y la reproducción.

La naturaleza de las tecnologías, incluyendo la agricultura, con un énfasis tanto en la revolución agrícola de tiempos antiguos como en los efectos de la productividad agrícola del siglo XX con el uso de tecnologías biológicas y químicas; la adquisición, procesamiento, y uso de materiales y energía, con particular atención a la Revolución Industrial y a la actual revolución en la manufactura basada en el uso de computadoras; y el procesamiento de la información y las comunicaciones, con énfasis en el impacto de computadoras y comunicaciones electrónicas en la sociedad contemporánea.

6. CONCLUSIONES

De todo lo analizado y descrito anteriormente podemos deducir ciertas conclusiones en lo que se refiere a la labor docente. Primero que es importante estar conscientes sobre el problema que representa el analfabetismo científico en el mundo actual. Este desconocimiento de la ciencia básica es un hecho en el ámbito mundial no un fenómeno de tipo regional en sólo algunos países o continentes.

En segundo lugar, como profesores de cualquier nivel que nos encontremos relacionados con la ciencia y tecnología, y por tanto debemos preparar a nuestros

alumnos bajo las premisas y recomendaciones expresadas en el presente artículo. Un elemento esencial para quienes salen de cualquier institución es que desarrollen su labor profesional y sean competitivos para poder desenvolverse en el siglo XXI.

Por último, debemos estar atentos, también, a la importancia que tiene dentro del diseño de cursos y la currícula el incorporar elementos que ayuden a elevar el alfabetismo científico de todos nuestros alumnos. Otras maneras de llevar a cabo esto serían incluir actividades y temas no importando el área del conocimiento que estudien.

BIBLIOGRAFÍA

- AA.VV. (1989). *Science for all Americans - A Project 2061 Report on Literacy Goals in Science, Mathematics and Technology*. American Association for the Advancement of Science. (Disponible también en: <http://www.aaas.org/project2061/>).
- BAROT, M., de la Peña, J.A. (2000). "Creencias y conocimientos - Ciencia contra Seudociencia". *Este País*, 1 de febrero de 2000.
- BRUDER, I. (1993). "Redefining Science", *Electronic Learning*, marzo, pp. 20-24.
- BYBEE, R.W., (1997). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices*. Portsmouth, NH : Heinemann Publishing.
- EUROPEAN COMMISSION (1993), *Europeans, Science and Technology: Public Understanding and Attitudes*, Bruselas: EUR 15461.
- FEYNMAN, R. (1999), "Cargo Cult Science: the 1974 Caltech Commencement Address", en *The pleasure of Finding Things Out*. Cambridge: Perseus Publishing.
- GROSS, P.R., LEVITT, N., LEWIS, M.W., eds. (1996). *The Flight from Science and Reason*. New York: The New York Academy of Sciences.
- HOLTON, G., (1993). *Science and Anti-science*. Cambridge: Harvard University Press.
- KING, K. P., (1998). 'One hundred percent efficiency': *Technology and the pursuit of scientific literacy*. Tesis doctoral (EdD), Northern Illinois University. DeKalb, Ill.
- LI., H. (1999). *Constructing understandings of scientific literacy: Exploring the use of reading processes as a potential technique for the creation of an operational definition*. Tesis doctoral, (PhD), Universidad of Georgia, Athens, GA.
- MARTÍNEZ, E. Y FLORES J., eds. (1997). *La popularización de la ciencia y la tecnología: reflexiones básicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- MERRIAM-WEBSTER ON LINE DICTIONARY, URL:[<http://biblioteca.itesm.mx/>], visitado en abril de 2001.
- MILLER, J.D. (1993). *Science and Technology: Public Attitudes and Public Understanding*. Washington: National Science Board.
- MILLER, J.D., PARDO, R., NIWA, F., (1998), *Percepciones del Público ante la Ciencia y la Tecnología -Estudio Comparativo de la Unión Europea, Estados Unidos, Japón y Canadá*. España. Fundación BBV y la Academia de las Cien-

cias de Chicago.

- MUÑOZ, J., *La Ciencia, entre el miedo y la esperanza*, URL: [<http://www.csic.es/asociaciones/api/libro/periodismo.htm>], visitada en abril de 2001.
- NRC (1996). *Science Education Standards*, Washington :National Academy Press. (Disponible también en <http://www.nas.edu/>)
- NSF (2000). *Science and engineering indicators* (reporte anual). Washington : National Science Foundation, US Government printing office.
- POLINO, C. (1999), *El último eclipse total de Sol del milenio: ciencia e ignorancia científica. XIV Jornadas Internacionales de Comunicación*. Pamplona: Universidad de Navarra. (Disponible también en <http://www.unav.es/fcom/jornadas/u.htm>)
- RUTHERFORD, F.J., Graham, A.D., (1995). *The New Quest for Science Literacy*, COSMOS article, URL: [<http://www.cosmos-club.org/journals/1995/rutherford.html>] Visitada en abril de 2001.
- SAGAN, C., (1997), *El Mundo y sus Demonios - La Ciencia como una Luz en la Obscuridad*. México: Planeta.
- SASKATCHEWAN EDUCATION (1992), *A Curriculum Guide for the Secondary Level Curriculum and Instruction Division*, Saskatchewan, Canada, URL: [<http://www.sasked.gov.sk.ca/docs/biology/index.html>] Visitada en abril de 2001.
- SHAMOS, M.A. (1995): *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick: Rutgers University Press.
- SJØBERG, S., Kallerud, eds. (1997): *Science, Technology and Citizenship*, NIFU Rapport 10/97, Oslo. (Disponible también en: <http://www.uio.no/~sveinsj/Literacy.html>)
- SOUSA, D., (1996). "Are we teaching high school science backward?", *NASSP Bulletin*, Vol. 80, No. 577, pp. 9.
- THURMOND, C. K. (1997). *Perceptions of scientific literacy among university science professors and science education professors*. Tesis doctoral (Ph D), Miami: University of Miami.
- Trefil, J. (1996). "Teaching Science - The Myth of Scientific Literacy", *Issues in Science and Technology*, vol. 12, No. 3, pp. 84.
- U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE (1994). *Science in the National Interest*. Washington: Superintendent of Documents.