

**Congreso Iberoamericano de Educación**

**METAS 2021**

Un congreso para que pensemos entre todos la educación que queremos  
Buenos Aires, República Argentina. 13, 14 y 15 de septiembre de 2010

## **COMPETENCIAS BÁSICAS**

### **Alfabetización científica. Química al alcance de todos**

Sandra A. Hernández; Flavia C.  
M. Zacconi<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional del Sur. shernand@criba.edu.ar, fzacconi@hotmail.com

## **1. La educación científica en la sociedad actual**

Durante décadas se consideró que una persona alfabetizada era aquella que sabía leer, escribir y contar. Hoy día sin embargo, resulta indispensable incluir competencias científicas y tecnológicas a la alfabetización básica que aseguren que los ciudadanos puedan desempeñarse con éxito.

El mundo actual requiere de ciudadanos con sentido crítico, capaces de preguntarse sobre el sustento de algunas afirmaciones y de buscar autónomamente información para formarse una opinión racional y valedera de manera que puedan participar con conocimiento de causa en los debates y en la toma de decisiones que los involucren.

En la sociedad del siglo XXI, la ciencia y la tecnología juegan un papel cada vez más importante, incluso en el desarrollo de actividades recreativas.

La competitividad y la empleabilidad se asocian a la capacidad que tienen las personas de participar activamente en su sitio de trabajo y promover procesos de innovación.

El proceso de alfabetización científica supone el aprendizaje de la ciencia desde el cual los alumnos adquieran estrategias que les permitan no sólo incorporar saberes, sino estar en condiciones de profundizar y ampliar el campo de conocimientos durante toda su vida.

Ya en 1996, la Comisión Internacional para la Educación en el siglo XXI, presidida por Jacques Delors propuso los cuatro pilares para la educación, es decir, "aprender a aprender", "aprender a hacer", "aprender a convivir" y "aprender a ser". El informe Delors dio un gran impulso al concepto de aprendizaje durante toda la vida, y a la alfabetización como parte fundamental en el proceso de construcción de ésta. La capacidad y grado de alfabetización que se necesita para hacer frente a un mundo cada vez más tecnologizado nos lleva a tratar de alcanzar una visión de la nueva alfabetización en el siglo XXI, que pueda ser adecuada a distintas culturas y distintos grados de desarrollo.

## **2. Alfabetización científica, ciencia al alcance de todos**

La *alfabetización científica* se ha convertido en una exigencia urgente, en un factor esencial del desarrollo de las personas y de los pueblos. Así se afirma, en opinión de los expertos, en los Estándares Nacionales de Ciencia y Educación (National Science Education Standards), auspiciados por el Consejo Nacional de Investigaciones (National Research Council) de Estados Unidos (1996), en cuya primera página alega:

“En un mundo repleto de productos de la indagación científica, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos: todos necesitamos utilizar la información científica para realizar opciones que se plantean cada día; todos necesitamos ser capaces de implicarnos en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología; y todos merecemos compartir la emoción y la realización personal que puede producir la comprensión del mundo natural”.

En una primera aproximación dicha *alfabetización científica*, significará, que la gran mayoría de la población dispondrá de los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, ayudar a resolver los problemas y necesidades de salud y supervivencia básicos, tomar conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad y, en definitiva, considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo (Furió y Vilches, 1997).

Con relativa frecuencia, determinadas personas, se sienten incapaces de controlar ciertos productos tecnológicos o de afrontar simples razonamientos relacionados con la ciencia. La educación debería disminuir esa inseguridad que algunos ciudadanos tienen, de tal forma que se pudiera disfrutar de los crecientes beneficios de la era de la ciencia y la tecnología, garantizando al mismo tiempo, la protección de la salud y el medio y contribuyendo con el conocimiento a la toma de decisiones sobre el desarrollo científico y tecnológico en el que estamos inmersos, y sus consecuencias. Por lo tanto la alfabetización científica será necesaria para contribuir a formar ciudadanos y futuros científicos, que sepan desenvolverse en un mundo como el actual y que conozcan el importante papel que la ciencia desempeña en sus vidas personales y profesionales, y en nuestras sociedades. Ciudadanos cuya formación les permita reflexionar y tomar decisiones apropiadas en temas relacionados con la ciencia y la tecnología (Aikenhead, 1985; Bingle y Gaskell, 1994; Gil et al., 1991; Solbes y Vilches, 1997).

En la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, auspiciada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia, se declaraba: “Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico. Como parte de esa educación científica y tecnológica, los estudiantes deberían aprender a resolver problemas concretos y a atender a las necesidades de la sociedad, utilizando sus competencias y conocimientos científicos y tecnológicos”. Y se añade:

- Promover la alfabetización científica, mostrando la ciencia como una actividad humana de gran importancia social que parte de la cultura general en las sociedades democráticas modernas.
- Estimular o consolidar en los jóvenes la vocación por el estudio de la ciencia y la tecnología, a la vez que la independencia de juicio y un sentido de la responsabilidad crítica.
- Favorecer el desarrollo y consolidación de actitudes y prácticas democráticas en cuestiones de importancia social relacionadas con la innovación tecnológica o la intervención ambiental.

Este programa extiende su campo de aplicación a un público muy diverso, desde investigadores y profesores universitarios, hasta estudiantes de enseñanza secundaria, pasando por divulgadores científicos, políticos de ciencia, etc., y en

general, a las personas receptoras de la comunicación de la ciencia a través de los medios de comunicación de masivos.

## 2.1. ¿Cuándo se logra la alfabetización científica?

La NSTA (National Science Teachers Association), fundada en 1944 y con sede en Arlington (Virginia, EE.UU.), es la mayor organización del mundo dedicada a la mejora y la innovación de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias para todos. Esta asociación, en 1982, definió *una persona alfabetizada científicamente* como aquella capaz de comprender que la sociedad controla la ciencia y la tecnología a través de la provisión de recursos, que usa conceptos científicos, destrezas procedimentales y valores en la toma de decisiones diaria, que reconoce las limitaciones así como las utilidades de la ciencia y la tecnología en la mejora del bienestar humano, que conoce los principales conceptos, hipótesis y teorías de la ciencia y es capaz de usarlos, que diferencia entre evidencia científica y opinión personal, que tiene una rica visión del mundo como consecuencia de la educación científica y que conoce las fuentes fiables de información científica y tecnológica y usa fuentes en el proceso de toma de decisiones.

Hodson (1992) considera tres elementos principales en la *alfabetización científica*:

- *Aprender ciencia*, adquiriendo y desarrollando conocimiento teórico y conceptual.
- *Aprender acerca de la ciencia*, desarrollando una comprensión de la naturaleza y métodos de la ciencia, y una conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad.
- *Hacer ciencia*, implicándose y desarrollando una experiencia en la investigación científica y la resolución de problemas.

Para Kemp (2002) el concepto de *alfabetización científica*, agrupa tres dimensiones:

- *Conceptual* (compresión y conocimientos necesarios). Sus elementos más citados son: conceptos de ciencia y relaciones entre ciencia y sociedad.
- *Procedimental* (procedimientos, procesos, habilidades y capacidades). Los rasgos que mencionan con más frecuencia son: obtención y uso de la información científica, aplicación de la ciencia en la vida cotidiana y utilización de la ciencia de manera comprensible.
- *Afectiva* (emociones, actitudes, valores y disposición ante la alfabetización científica). Los elementos más importantes son: aprecio a la ciencia e interés por la ciencia.

## 2.1.1. ¿Cómo lograr una educación científica para todos?

### 2.1.1.1. Definamos “todos”

Vale plantearse ¿A quiénes nos referimos cuando decimos “todos”? ¿Todos los Argentinos?, ¿todos los Americanos?, ¡¿todo el Mundo?!

José Antonio Acevedo Díaz, Ángel Vázquez Alonso y María Antonia Manassero Mas, (2003), en su escrito acerca del papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas plantean:

“La idea de ciencia para todas las personas, significa una enseñanza de las ciencias que no excluya a nadie, y que esté íntimamente asociada a los principios educativos de comprensividad y equidad. El lema de ciencia para todas las personas se refiere también, a cómo hacer más accesible, interesante y significativa la ciencia escolar y, sobre todo, darle relevancia para cada alumno. Reid y Hodson (1989) consideran que la máxima “*ciencia para todas las personas*” significa un currículo común y obligatorio para todas las escuelas y todo el alumnado, porque lo contrario sería marginar a la mayoría de los estudiantes con un currículo de bajo status y beneficiar a una minoría con otro de alto status. En la defensa de sus puntos de vista, señalan los peligros que se derivan de los cursos de ciencias alternativos en función de distintas capacidades del alumnado, de los orientados a comunidades concretas (por ejemplo: urbanas y agrarias) y de la diferenciación del currículo basado en la diversidad cultural; también se apoyan en los beneficios que la minoría del alumnado con intereses más académicos pueden obtener al seguir un currículo de ciencias con referencias en el mundo real y la sociedad en la que vive. Ahora bien, cuando estos autores precisan lo que entienden por un currículo común para todos los estudiantes, señalan que no significa ni idénticos contenidos, ni experiencias de aprendizaje iguales, ni tampoco las mismas expectativas de conocimientos y capacidades finales.”

En este contexto, es preciso preguntarse cómo se puede lograr una educación científica para todos si la investigación en didáctica de las ciencias ha mostrado reiteradamente el grave fracaso escolar en las materias científicas, así como la falta de interés e incluso el rechazo de los estudios científicos por muchos estudiantes.

Es necesario precisar, en primer lugar, qué se entiende por alfabetización científica y, a continuación, estudiar en qué dirección avanzar para lograrla, analizando, en particular, algunas de las dificultades que nos podemos encontrar.

La alfabetización científica y tecnológica sugiere unos objetivos básicos para *todos* los estudiantes que convierten a la educación científica en parte de una educación general. Hablar de *alfabetización científica*, de *ciencia para todos*, supone para muchos autores pensar en un mismo currículo básico para todos los estudiantes y requiere estrategias que impidan la incidencia de las desigualdades sociales en el ámbito educativo.

Pero, ¿cuál debería ser ese currículo científico básico para todos los ciudadanos? Existe un amplio movimiento educativo detrás de este enfoque curricular que plantea diversas propuestas, tanto referentes al significado del concepto como a de qué modo lograrlo. Marco (2000) señala ciertos elementos comunes en dichas propuestas:

- *Alfabetización científica práctica*, que permita utilizar los conocimientos en la vida diaria con el fin de mejorar las condiciones de vida, el conocimiento de nosotros mismos, etc.
- *Alfabetización científica cívica*, para que todas las personas puedan intervenir socialmente, con criterio científico, en decisiones políticas.
- *Alfabetización científica cultural*, relacionada con los niveles de la naturaleza de la ciencia, con el significado de la ciencia y la tecnología y su incidencia en la configuración social.

### 2.1.1.2. La dimensión CTS en la enseñanza

Se trata de tener en cuenta en la enseñanza otras dimensiones de la ciencia, en particular, las interacciones de la ciencia y la tecnología con el medio natural y social, es decir, las relaciones Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS), a los cuales muchos autores agregan ambiente (A), es decir la CTSA. La alfabetización científico-tecnológica multidimensional, señala Bybee, “se extiende más allá del vocabulario, de los esquemas conceptuales y de los métodos procedimentales, para incluir otras dimensiones de la ciencia: debemos ayudar a los estudiantes a desarrollar perspectivas de la ciencia y la tecnología que incluyan la historia de las ideas científicas, la naturaleza de la ciencia y la tecnología y el papel de ambas en la vida personal y social. Este es el nivel multidimensional de la alfabetización científica. (...) Los estudiantes deberían alcanzar una cierta comprensión y apreciación global de la ciencia y la tecnología como empresas que han sido y continúan siendo *parte de la cultura*”.

Además, la investigación didáctica ha puesto de manifiesto que el tener en cuenta en las clases de ciencias los contenidos CTS aumenta el interés de los estudiantes hacia la ciencia y mejora su actitud hacia su estudio. Esto es comprensible si se tiene en cuenta que frecuentemente se presentan las materias científicas de forma que los estudiantes las ven como algo abstracto y puramente formal, sobre todo en el caso de la física y la química, como un dominio reservado a minorías especialmente dotadas y contribuyendo al elitismo con tratamientos puramente operativos, no significativos.

En suma, gran parte de las recomendaciones internacionales sobre la alfabetización científica y tecnológica para todas las personas incluyen muchas de las propuestas propias del movimiento CTS.

La dimensión CTS en la enseñanza se debe entender como parte de la *inmersión en una cultura científica* destinada a favorecer una auténtica alfabetización científica y tecnológica. Se propone, una actividad científica, abierta y creativa, debidamente orientada por el profesor, que incluya, entre otros:

- La consideración del posible interés y relevancia *de las situaciones* propuestas que dé sentido a su estudio y evite que los alumnos se vean sumergidos en el tratamiento de una situación sin haber podido siquiera formarse una primera idea motivadora.
- El estudio cualitativo de las situaciones *problemáticas* planteadas y la toma de decisiones, para acotar problemas y operativizar qué es lo que se busca (oportunidad para que los estudiantes comiencen a explicitar *funcionalmente* sus concepciones).
- La invención de conceptos y emisión de hipótesis (oportunidad para que las ideas previas sean utilizadas para hacer predicciones susceptibles de ser sometidas a prueba).
- La elaboración de estrategias de resolución (incluyendo, en su caso, diseños experimentales) para contrastar las hipótesis, a la luz del cuerpo de conocimientos de que se dispone.
- El manejo reiterado de los nuevos conocimientos en una variedad de situaciones, poniendo un énfasis especial en las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad que enmarcan el desarrollo científico, propiciando, la toma fundamentada de decisiones.

Las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad se convierten así en una dimensión esencial para una adecuada inmersión en la cultura científica, es decir, para la educación científica que precisamos todas las personas, incluidos los futuros científicos y científicas.

En resumen, la alfabetización científica debe ser concebida, como un proceso de “investigación orientada” que permita a los alumnos participar en la aventura científica de enfrentarse a problemas relevantes y (re)construir los conocimientos científicos, que habitualmente la enseñanza transmite ya elaborados, lo que favorece el aprendizaje más eficiente y significativo.

Si bien resulta claro que hoy día el sistema escolar no es el único responsable de alfabetizar científica y tecnológicamente a la ciudadanía, no puede negarse que las actitudes hacia la ciencia y la tecnología de una persona adulta se afianzan en los primeros años de la escolarización.

No debe olvidarse tampoco a la educación no-formal, que incluye a todas aquellas intervenciones educativas y de aprendizaje que se llevan a cabo en un contexto extraescolar. Esta sin duda es de gran importancia para el logro, mantenimiento y proyección a futuro de la alfabetización.

La alfabetización científica y tecnológica para *todas las personas* pareciera ser una utopía, un sueño inalcanzable. Sin embargo, no es quimérico lograrla, siempre y cuando se tenga en cuenta que la misma está íntimamente unida a lo social, cultural e ideológico de cada grupo a alfabetizar. De hecho, es prácticamente imposible establecer un modelo *universal* para su logro. Diferentes sociedades y grupos sociales disímiles interaccionan de distinta manera con la ciencia y la tecnología. Por lo tanto, aunque las finalidades, propósitos y objetivos generales sean idénticos, no es imprescindible pretender que el resultado de los objetivos más específicos sea igual para todos.

Así pues, en la práctica podrá concretarse de muchas maneras para que las personas alfabetizadas puedan tomar decisiones con distintos niveles de complejidad, pero sin que esta contextualización suponga perder de vista la referencia del marco general previamente establecido.

Por lo tanto, tiene mucha importancia preguntar qué alfabetización científica y tecnológica se pretende y con qué propósitos; esto es, preguntar cuál es la ideología que se está sustentando con ella.

## 2.2. Cuestiones a debatir

En función de lo anteriormente expuesto, creemos interesante plantear y debatir las siguientes cuestiones:

- a) Como docentes:
  - ¿Estamos alfabetizados científica y tecnológicamente?
  - ¿Estamos preparados para alfabetizar científica y tecnológicamente?
  - Cuando pensamos en una clase de ciencias, ¿pensamos más en libros de texto o en actividades? ¿Por qué?
  - ¿Qué porcentaje del tiempo escolar le asignamos a la educación científica y tecnológica?
- b) En las instituciones educativas:
  - ¿Cuál es la prioridad que se le asigna a la educación científica y tecnológica?
  - ¿Han realizado procesos de mejoras recientes para orientar la educación en ciencia y tecnología?
- c) ¿Están alfabetizados científicamente nuestros alumnos? Como propuesta metodológica, para poder apreciar el nivel de alfabetización científico y tecnológico de los alumnos, se sugiere evaluar a través de un cuestionario de tipo verdadero o falso una batería de preguntas generales que el docente considere adecuadas y que relacionen ciencia-tecnología-sociedad-ambiente.
- d) ¿Qué factores consideramos que promueven la alfabetización científica y tecnológica en los docentes?; ¿y en los alumnos?
- e) ¿Qué factores consideramos que impiden la alfabetización científica y tecnológica en los docentes?; ¿y en los alumnos? ¿Cómo podemos solucionar las dificultades planteadas?
- f) ¿Realmente creemos posible una alfabetización científica y tecnológica para *todas* las personas?
- g) ¿En qué contextos realistas se espera que el público utilice su alfabetización científica y tecnológica? ¿En las decisiones de política científica y tecnológica? ¿En llevar un estilo de vida más informado? ¿En asistir a eventos científicos? ¿En decidir desarrollar carreras en científica y tecnológica?
- h) ¿Estás de acuerdo con la afirmación: “la gente tiene menos curiosidad de la que normalmente se presupone”, o es que la información científico-tecnológica no se presenta con suficiente simplicidad y atractivo?
- i) Si hace unos veinte años atrás hubieras leído la frase “celulares para todas las personas”, ¿qué hubieras pensado? ¿Cuán posible lo hubieras creído? ¿Manejar un celular es estar alfabetizado científica y tecnológicamente?



### **3. Relevancia de la Química para el ser humano y el ambiente**

La Química es una ciencia experimental, cuyos objetivos primordiales son el estudio de la composición, estructura y propiedades de las sustancias materiales, de sus interacciones y de los efectos producidos sobre ellas al añadir o extraer energía en cualquiera de sus formas. Desde los primeros tiempos, los seres humanos han observado la transformación de las sustancias (la carne cocinándose, la madera quemándose, el hielo derritiéndose) y han especulado sobre sus causas. Siguiendo la historia de esas observaciones y especulaciones, se puede reconstruir la evolución gradual de las ideas y conceptos que han culminado en la química moderna.

Toda la materia está constituida por átomos. Las diversas combinaciones de átomos diferentes conforman todas las formas vivas y no vivas en nuestro planeta: plantas, animales, microorganismos, metales, rocas, agua, tierra, plásticos, vidrio, cemento, etc. Reflexionemos ahora acerca de la gran cantidad de cuerpos, sustancias y elementos que constituyen nuestro planeta y que son explotados para beneficio de la humanidad en muchas actividades cotidianas; de hecho, todos los seres vivos estamos constituidos por elementos químicos comunes.

#### **3.1. Analicemos algunos fenómenos químicos cotidianos**

Los seres humanos estamos en contacto con muchos sucesos que tienen relación con la Química, por ejemplo cuando comemos, cada uno de nuestros alimentos contienen sustancias y nutrientes que al combinarse nos dan energía y nos hacen tener la fuerza suficiente para movernos y realizar todas nuestras actividades. Esta energía conocida como metabólica consiste en un conjunto de transformaciones que ocurren en nuestro organismo durante la nutrición.

Las fermentaciones son fenómenos químicos muy antiguos y son empleados para la transformación de la uva en vino; entre otras, provocadas por microorganismos capaces de producir sustancias llamadas zimasas (levaduras). La fermentación alcohólica ha ayudado a la industria para la fabricación de vinos, cervezas y licores.

En este tipo de fermentación es muy importante la presencia de cuatro sustancias: glucosa, alcoholes, agua y gas carbónico.

El hogar es uno de los lugares en donde se evidencia la participación de la química en la vida del hombre, pues en él existen una gran cantidad de elementos, sustancias y compuestos químicos que son resultado de la investigación y el desarrollo de esta ciencia. Encontramos desde un clavo hasta una serie de aparatos sofisticados como una heladera, un lavarropa, una computadora, una radio, un televisor, un teléfono celular, etc., que están fabricados con plásticos, metales, pinturas y aislantes que la química ha desarrollado y mejorado con el paso del tiempo.

Muchas de las comodidades que actualmente tenemos se las debemos en gran parte a la industria química. A partir de los productos más abundantes de la naturaleza, como el aire, agua de mar, metales, minerales, vegetales, etc., la industria fabrica numerosos y variados compuestos y materiales que utilizamos diariamente. Artículos que ahora nos parecen indispensables y hasta “naturales” como los plásticos, aleaciones, medicamentos, disolventes, detergentes, vidrio, etc., son sólo una muestra de los muchísimos logros que ha alcanzado.

Las aplicaciones de la química son evidentes en campos tan importantes como la medicina y la farmacología. Las medicinas y las vacunas han erradicado prácticamente grandes patologías como la poliomielitis, la viruela o la tuberculosis. Hasta el descanso y el sueño tienen que ver con la química, ya que la melatonina hace que tengas sueño y al despertar la hormona cortisol se segrega y se libera azúcar para darnos energía.

Cuántas veces habrás escuchado hablar de “La química del amor”. ¿Crees que el amor es química real? ¡Sí! La química subyace en cada paso de una relación. Este campo se encuentra en continua investigación. Cuando te enamoras, tu cerebro experimenta ciertos cambios y también se produce la liberación de algunos compuestos químicos. Los investigadores consideran en general tres etapas en el amor: deseo, atracción y apego, cada una de las cuales lleva asociada ciertos procesos químicos.

Además, la Química tiene una relación estrecha con cualquier ciencia particular. Así, la Biología incluye el estudio de las transformaciones químicas que ocurren en las minúsculas células integrantes del organismo vivo durante los procesos de digestión y crecimiento; la Geología constituye un prodigioso lienzo natural en el que se muestran los cambios químicos verificados en las rocas durante las diversas eras geológicas; la Física se ocupa de las distintas formas de energía, pero los efectos de la energía sobre la materia son casi siempre de naturaleza química; y la Astronomía se apoya en la Química al buscar información acerca de la estructura y constitución de los astros.

Como vemos, los fenómenos químicos están presentes a lo largo de nuestra vida diaria y nosotros podemos intervenir mucho en la realización de los mismos.

### **3.2. ¿Química benefactora o perjudicial?**

Las cuestiones medioambientales como el cambio climático, la contaminación del agua y las energías renovables ocupan la portada de los periódicos y están cobrando mucha importancia en nuestra vida cotidiana. Mucha gente considera que las industrias químicas y la química en sí son muy perjudiciales para el medioambiente. No obstante, son numerosos los avances y las investigaciones científicas en el campo de la química que están permitiendo desarrollar nuevos materiales y aplicaciones que protegen el medioambiente y conservan la calidad y el estilo de vida que deseamos.

A lo largo de los años, la industria y la sociedad han ido tomando conciencia de los efectos nocivos de algunas de las prácticas del pasado y de la necesidad de proteger el medioambiente. En el pasado, muy pocos conocían el efecto pernicioso de la vida moderna sobre el entorno, teniendo en cuenta únicamente el potencial positivo de la creación de nuevos materiales y productos.

La investigación en ciencias de la biología y de la química ha revelado que los procesos industriales en química y petroquímica desempeñan un papel fundamental en la resolución de problemas medioambientales, como son el cambio climático, los basurales o la eficiencia energética entre otros. Se han producido, y siguen produciéndose, cambios muy profundos para encontrar soluciones alternativas a estas problemáticas.

La industria ha desarrollado iniciativas voluntarias para elevar los niveles en la gestión sanitaria y medioambiental y establecer sistemas de transporte seguro y sostenible totalmente conformes con la regulación. Se han publicado manuales con consejos sobre la distribución y manipulación de las sustancias químicas que requieren especial precaución de manera de garantizar que toda la producción química se lleve a cabo de manera mucho más segura y respetuosa con el medioambiente.

Precisamente al respecto, los químicos y petroquímicos están investigando nuevos métodos más sostenibles y menos contaminantes, manteniendo a la vez el desarrollo de la economía y la industria actual. Por ejemplo:

- *Biocarburantes*: el carburante derivado de la biomasa. Una gran variedad de productos de biomasa, como el azúcar de caña, el maíz, la paja, la madera y los residuos y desechos animales y agrícolas pueden transformarse en carburantes para el transporte;
- *Bioplásticos*: la producción de materiales plásticos biodegradables a partir de recursos naturales como las plantas;
- *Aislamiento*: la mejora de los materiales aislantes para conseguir viviendas y edificios con más eficiencia energética;
- *Compuestos plásticos de bajo peso*: que contribuyen a reducir el consumo de carburante de los coches y los aviones;
- *Pilas de combustible*: cuando se utilizan para hacer funcionar los coches y las motos, las pilas de combustible de hidrógeno producen vapor de agua en lugar de gases de escape;
- *Nuevas tecnologías de alumbrado*: como los diodos de emisión de luz orgánica (OLEDs), que producen más luz con menos electricidad;
- *Turbinas de viento y paneles solares*: que están construidas con materiales producidos por la industria química. Las aspas de metal de las turbinas de viento han sido sustituidas por aspas de poliéster reforzado con fibra de vidrio para resistir las peores inclemencias meteorológicas.

La sociedad suele considerar que todos los productos químicos fabricados por el hombre son malos, mientras que los naturales son buenos. Sólo por ser naturales no significa que sean buenos para la salud o el medioambiente; ni al contrario, que los productos químicos sean malos por estar fabricados por el hombre. Por ejemplo ¿qué hay más natural que la madera ardiendo? Lo cierto es que el humo de un incendio es tan perjudicial para la salud y el medioambiente como cualquier otro proceso de combustión.

Además, hay que tener en cuenta todo el ciclo de vida de un producto (desde su creación hasta su destrucción) a la hora de considerar su impacto. ¿Alguna vez se ha planteado que el impacto del cultivo del algodón en el medioambiente puede ser mayor que la fabricación de fibras sintéticas como el poliéster? La razón está en que el algodón necesita cantidades ingentes de agua, fertilizantes y pesticidas.

Es fundamental potenciar las ciencias químicas a través de la investigación y el desarrollo para que podamos conservar un buen nivel de vida en armonía con el medioambiente y la naturaleza. Se trata del mayor desafío de todas las ramas de la ciencia moderna, en especial las que se dedican al medioambiente: la integración de la tecnología con la naturaleza y el ser humano.

#### **4. El desafío de enseñar Química**

Como hemos visto, la Química está en todas partes y en todas las actividades humanas y sus implicancias medioambientales son bien conocidas por todos, sin embargo, pierde público y sus alumnos fracasan. Se ha convertido para muchos en el paradigma de lo incomprensible y lo peligroso. Su enseñanza se enfrenta a serias dificultades y es necesario recuperar su capacidad explicativa para todos, relacionando la práctica química y la teoría, utilizando el lenguaje adecuado para ello y de acuerdo a finalidades educativas. La formación docente continua es un aspecto importante reconocido a nivel mundial como uno de los componentes indispensables en el mejoramiento de la calidad de la enseñanza.

En los últimos años, uno de los mayores desafíos a los que se han tenido que enfrentar los docentes de la educación media es promover el interés del alumnado por aprender las disciplinas científicas. Sumado a esto, existe una fuerte demanda social de transmitir a los alumnos los conocimientos necesarios para desenvolverse en un mundo cada vez más tecnologizado.

Esto nos pone frente a una realidad compleja ante la cual tanto el docente como el alumno deben sortear serias dificultades. Por un lado, los docentes se ven obligados a enseñar extensos y complejos currículos de ciencias que en mucho de los casos son totalmente nuevos para ellos y requieren de un esfuerzo adicional en su formación. Por otra parte, los alumnos apabullados con tanta información, sienten a la ciencia cada vez más alejada de ellos, aumentando la abulia y desmotivación frente al estudio de disciplinas científicas como la Química.

La enseñanza de la Química, en particular, se enfrenta al hecho de que como disciplina escolar estuvo casi desaparecida en aquellas jurisdicciones donde se implementó la Reforma Educativa ya que quedó incluida dentro de la disciplina Ciencias Naturales junto con la Física y la Biología. Sumado a este inconveniente, en la enseñanza pre-universitaria hubo proporcionalmente pocos Polimodales con orientación Ciencias Naturales y los otros, podían no incluir esta disciplina entre sus asignaturas.

Como consecuencia de lo anteriormente mencionado, los estudiantes se sienten alejados de la Química, ya que ésta no está relacionada con sus entornos cotidianos, y les resulta irrelevante para sus vidas como ciudadanos. Es usual el planteo de los alumnos frente a la importancia del aprendizaje de las ciencias, si es que no se les muestra una concreta aplicabilidad de la misma en su vida futura ya sea social o laboral. Esto implica, sin lugar a duda, una gran responsabilidad por parte del docente el cual no sólo deberá, en primera instancia, desmitificar la ciencia y contextualizar las materias científicas a la vida diaria y su entorno, sino que además deberá hacer de sus prácticas una tarea interesante y amena, para atraer a los alumnos a su aprendizaje.

Frente a esta realidad, el docente se cuestiona ¿qué, cómo y cuánto enseñar?, mientras que el alumno se pregunta ¿qué, cómo y para qué aprender?

En los últimos años hemos notado que los alumnos llegan a la educación superior con muy pocos conocimientos y sin estrategias de estudio. Esto indiscutiblemente genera una brecha entre la educación media y la superior, dificultando el ingreso de los alumnos a establecimientos terciarios o universitarios, disminuyendo la matrícula de aquellos que continúan carreras afines a la Química, fracasando en las asignaturas que contengan conceptos químicos y en mucho de los casos abandonando sus estudios.

#### **4.1. Revalorización de la Química (obstáculos a superar)**

Frente a este panorama surge la inminente necesidad de *revalorizar* la Química. Para lograr este objetivo es necesario transmitir la importancia que tiene esta disciplina en nuestras vidas. La Química no debe ser vista como el enemigo del planeta y además, no se debe ser ni viejo ni loco para estudiar Química, como algunas caricaturas nos hacen creer.

La clave para mejorar esto es a través de una *alfabetización científica* que contenga una Química al alcance de todos los alumnos que incluya conocimientos utilizables en decisiones cotidianas como por ejemplo, qué limpiador usar, cómo construir una dieta equilibrada, cómo cuidar el medioambiente, etc. y que los prepare para varios aspectos de su vida adulta, como el de ser un ciudadano responsable frente a decisiones en biotecnología, ambientales, socio-científicas, etc.

Independientemente de la metodología aplicada, el docente debe convencer al alumno que es importante su participación; que para poder aprender debe estar dispuesto a cuestionar y a participar; que equivocarse en una respuesta no significa ser ignorante, sino tal vez simplemente haber omitido alguna variable en el mecanismo de razonamiento. Por último, el alumno debe tener presente que ninguna pregunta es irrelevante. A menudo, sucede que teme formular una pregunta por considerarla “tonta”, sin embargo y sorprendentemente, en muchas ocasiones, este tipo de cuestionamientos derivan en fructíferas discusiones.

Otro factor agravante para la Química es que en los últimos años se ha enseñado esta disciplina a través del Método Científico, adoptado por algunos y refutado por otros. Con respecto a la implementación de este método de estudio debe tenerse en cuenta que el mismo promueve una concepción rígida de la actividad científica ya que se presenta como un conjunto de etapas a seguir mecánicamente. Asimismo, no tiene en cuenta que la intuición y la imaginación juegan un rol muy importante en la construcción del conocimiento. Por otra parte, para que los alumnos no abandonen su tarea investigativa, es necesario proporcionarles una ruta a seguir, ya que dejarlos librados al descubrimiento puede llevar a que se pierdan o incluso a que se aburran. Por último, se ignoran aspectos claves de la investigación científica como lo son el trabajo en equipo, el contexto histórico, social, político y económico.

Teniendo como premisa la importancia de desarrollar el interés por la Química en la comunidad de jóvenes, la enseñanza de las ciencias en la actualidad plantea la urgente necesidad de relacionar conceptos básicos, generalmente abstractos, con situaciones de la vida cotidiana y de este modo motivar a los estudiantes por esta área del conocimiento. El objetivo es que el alumno tenga un espacio de reflexión, en el que pueda cuestionar, analizar, resolver, proponer alternativas e identificar nuevos problemas, que sean aplicables al aula, a la vida cotidiana o tal vez a su futura práctica profesional. Se trata de promover un aprendizaje significativo, potenciando el uso apropiado de terminología científica de manera que se familiaricen con algunas palabras científicas y que además aprendan a relacionarlas con otras que tengan origen o significado similar. También que busquen dentro de su vocabulario cuál será la palabra más acertada para describir un hecho que acaban de ver. Se propone como finalidad abrir sus mentes para ayudarlos a entender y descubrir por qué esa información es importante.

En la enseñanza nunca se dan dos situaciones exactamente iguales. En este punto, se hace imprescindible que el alumno reconozca sus propias ideas previas e identifique claramente cuáles de ellas lo conducen a errores frecuentes; considerando que probablemente esas preconcepciones y errores también existen entre sus pares. Planteamos la necesidad de un aprendizaje de la Química como una ciencia con sentido y significado utilizando los recursos disponibles para lograr remediar las dificultades y producir un tipo de conocimiento que contribuya a mejorar las prácticas de enseñanza de esta disciplina, generando alumnos multiplicadores de conocimiento que transmitan a sus mayores los conceptos aprehendidos y lograr así una alfabetización científica al alcance de todos.

## **4.2. Propuestas de trabajo tendientes a superar obstáculos**

### *Propuesta 1*

Escriba al menos cinco adjetivos con los que calificaría (positiva o negativamente) los sustantivos: *ciencia*, *química* y *científico*. Luego de intercambiar entre los presentes las distintas apreciaciones. ¿Qué conclusiones puede inferir?

### Propuesta 2

¿Qué imagen tenemos de los científicos?

Escriba características particulares de cada uno de los siguientes personajes:

*Profesor Neurus, Pinky y Cerebro, Dexter, Dr. Heinz Doofenshmirtz, Yzma*

¿En qué medida supone que estos personajes pueden influir en la opinión o imagen que cada uno construye acerca de los científicos?

Proponga otros ejemplos de científicos/as y analice sus características.

### Propuesta 3

Explique con ejemplos las visiones deformadas de la actividad científica que se listan a continuación:

- Individualista y elitista
- Descontextualizada
- Aproblemática
- Empiro-inductivista
- Rígida, algorítmica, infalible
- Exclusivamente analítica
- Acumulativa

### 4.3. Riesgos presentes en el trabajo de un químico

La falta de información junto a la ausencia de un conocimiento preciso de las propiedades intrínsecas de cada agente químico a utilizar constituyen los mayores riesgos a los cuales se enfrenta un docente o un alumno a la hora de desarrollar un trabajo de investigación en un laboratorio químico.

**¡Atención!: Siempre que haya desinformación habrá riesgos.**

En un laboratorio químico se establece como necesario aplicar consideraciones mínimas de seguridad, con el fin de garantizar condiciones de trabajo adecuadas para todo el personal involucrado en la tarea, ya sea docente o alumno.

Así, es posible establecer criterios básicos de seguridad a nivel organizativo, de conducta, de utilización de sustancias químicas, gestión de residuos, de uso de equipos e instalaciones y de medidas a tomar en caso que ocurra algún incidente.

Recomendamos a los docentes realizar un taller de seguridad en el que se evalúen los riesgos y recomendaciones a tener en cuenta para trabajar en un laboratorio químico de manera de asegurar el buen desenvolvimiento de la práctica.

Es necesario que el alumno tome en cuenta las pautas a seguir y se comprometa a cumplirlas por el bien propio y de sus pares.

Concientizar y transmitir responsabilidad es clave para lograr el objetivo deseado.

## **5. Consideraciones finales**

En la sociedad actual, la educación científica y tecnológica se concibe como parte de una educación general la cual requiere de la aptitud para vincular un mínimo de conocimientos específicos accesibles y comprensibles con planteamientos globales interdisciplinarios, más que un nivel muy elevado y especializado de conocimientos.

El proceso de alfabetización científica y tecnológica supone el aprendizaje de la ciencia desde el cual los alumnos adquieran estrategias que les permitan no sólo incorporar saberes, sino estar en condiciones de profundizar y ampliar el campo de conocimientos durante toda su vida.

Entendiendo la orientación CTS como una perspectiva actual y valiosa para la educación científica y tecnológica de todos los ciudadanos, los aprendizajes en el aula tienen que relacionarse necesariamente con la vida cotidiana en los contextos tecnológicos, sociales y culturales del entorno de los alumnos.

Las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad se convierten así en una dimensión esencial para una adecuada inmersión en la cultura científica y tecnológica, es decir, para la educación científica y tecnológica que precisamos todas las personas, incluidos los futuros científicos y científicas.

Existe una problemática de la relación teoría-práctica debido a que las carencias en los conocimientos previos, sumadas a diseños curriculares muy ambiciosos para el tiempo de que se dispone, conspiran, haciendo que asignaturas relacionadas a la química, se vayan tornando más y más teóricas, llegando en algunos casos a que el alumno sólo sea espectador pasivo del experimento realizado por un docente. La falta de mecanismos de vinculación teórica-práctica, genera en el estudiante la idea de una



escisión entre lo experimental y lo teórico que es visto como dos partes independientes y no como una unidad indisoluble. En ciencias, la observación y la experimentación son lo que validan la teoría, por lo tanto, la apropiación de premisas falsas conduce al estudiante, en general, a desestimar lo experimental, dándole una importancia exagerada a los diferentes marcos teóricos. Esto a su vez conduce a que estudie con una ausencia total de cuestionamientos, aceptando casi dogmáticamente lo que dice el libro.

Las tareas experimentales pueden tener diferentes niveles de complejidad y estar vinculadas con el desarrollo de habilidades operacionales o técnicas que requieren la repetición para su adquisición, pero también pueden estar relacionadas con problemas químicos donde la interrelación de aspectos teóricos y experimentales es lo que prima. En la propuesta de trabajo para las tareas experimentales se puede incluir el empleo de métodos interactivos, como basamento para reafirmar ideas previas y nuevos conceptos. Las tareas experimentales pueden plantearse al estudiante como un problema para el cual deba encontrar un método de solución y hallar deducciones lógicas, a partir de conocimientos prácticos y teóricos previos, para buscar la manera adecuada de trabajo. La búsqueda de las vías de solución en un problema experimental resulta compleja, pues integra conocimientos teóricos y prácticos, así como habilidades generales y experimentales.

Es evidente que la exploración de diferentes técnicas para lograr un aprendizaje significativo, por medio de la enseñanza experimental, debe conducirnos a unir el aprendizaje, la reflexión y la experimentación de los fenómenos científicos enseñados.

La experimentación en el salón de clase se debe implementar no como un complemento, sino que debe ser equiparada a la enseñanza teórica. Las experiencias deben ayudar al docente en la identificación de las preconcepciones de los estudiantes, permitiendo corregir a tiempo conceptos equivocados. Así, el trabajo experimental como centro integrador, resulta un disparador de nuevas ideas y motivaciones.

Para poder lograr una alfabetización científica y tecnológica para todos, hay que tener presente que pueden presentarse muchas dificultades y que probablemente no todas las soluciones sean fáciles, pero también que dichas soluciones son posibles y que es necesario, y puede resultar muy gratificante, trabajar por su logro.

Por medio de este texto planteamos la necesidad de un aprendizaje de la química como una ciencia con sentido y significado utilizando los recursos disponibles para lograr remediar las dificultades planteadas y producir un tipo de conocimiento que contribuya a mejorar las prácticas de la enseñanza de la Química.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. *Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. 2003, 2 (2).
2. AGUIRRE PÉREZ, C y VÁZQUEZ MOLINÍ, A. M. *Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de ciencia como espacios educativos no formales*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. 2004, 3 (3).
3. AIKENHEAD, G. S. *Collective decision making in the social context of science*. Science Education, 1985, 69 (4), pp. 453-475.
4. AIKENHEAD, G. S. *What is STS science teaching? En J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.), STS education: International perspectives on reform*. Teachers College Press, New York, 1994, pp. 47-59. En línea en: <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/sts05.htm>.
5. BINGLE, W. y GASKELL, P. J. *Scientific Literacy for decision making and the social construction of scientific knowledge*. Science Education, 1994, 78 (2), pp. 185-201.
6. BYBEE, R. *Reforming science education: Social perspectives and personal reflections*. Teacher College Press. New York, 1993.
7. BYBEE, R. *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann, 1997.
8. FURIÓ, C. y VILCHES, A. *Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad*, en Luis del Carmen (coord.). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Horsori, Barcelona, 1997.
9. FOUREZ, G. *Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Colihue. Buenos Aires, 1997.
10. GIL PÉREZ, D.; SIFREDO, C.; VALDÉS, P. y VILCHES, A. *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Capítulo 1: ¿Cuál es la importancia de la educación científica en la sociedad actual? Capítulo 2 ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos? La superación de las visiones deformadas de la ciencia y la tecnología: Un requisito esencial para la renovación de la educación científica*. OREALC/UNESCO. Santiago, 2005, pp. 15-28 y 31-64
11. GIL PÉREZ, D. y VILCHES, A. *Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación*. Investigación en la Escuela. Diada Editora, S.L. Sevilla, 2001, 43, pp. 27-37.
12. HERNÁNDEZ, S. A. y ZACCONI, F. C. M. *Alfabetización científica. Química al alcance de todos. Experiencias teórico-prácticas*. Edius – Editorial de la Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, 2009.
13. HODSON, D. *In search of a Rationale for Multicultural Science Education*, Science Education, 1993, vol. 77, n.6, pp. 685-711.
14. IZQUIERDO AYMERICH, M.. *Por una enseñanza de las ciencias fundamentada en valores humanos*. Revista Mexicana de Investigación Educativa. COMIE, Distrito Federal, México, 2006, vol 11, N° 30, pp. 867-882.
15. KEMP, A. C. *Implications of diverse meanings for “scientific literacy”*. Paper presented at the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Charlotte, N.C. En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. Di Biase y B.A. Crawford (eds.): *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*, Pensacola, F.L. 2002, pp. 1202-1229
16. MARCO, B. *La alfabetización científica. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Marfil. Alcoi. 2000, pp. 141-164

17. MARTÍN DÍAZ, M. J. *Enseñanza de las ciencias ¿Para qué?* Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 2002, 1 (2).
18. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nacional Science Education Standard*. National Academy Press. Washington, D.C. 1996.
19. Organización de Estados Iberoamericana para la Educación, la Ciencia y la Cultura: [www.campus-oei.org/oeivirt/](http://www.campus-oei.org/oeivirt/)
20. POZO, J. I. y GÓMEZ CRESPO, M. A. *Aprender y enseñar Ciencia*. Ediciones Morata. Madrid, 1998.
21. SOLBES, J. y VILCHES, A. *STS interactions and the teaching of Physics and Chemistry*. Science Education, 1997, 81, 4, pp. 337-386.
22. UNESCO-ICSU (1999). *Declaración de Budapest sobre la Ciencia y el uso del saber científico. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI: Un nuevo compromiso*, Budapest (Hungria), 26 junio - 1 julio de 1999. <http://www.campus-oei.org/salactsi/budapestdec.htm>, 1999.
23. VICHES, A., GIL, D. y SOLBES, J. *Alfabetización científica y tecnológica*. Contenido seleccionado de Actes V Jornades de la Curie, 2001, pág. 72.