

# Tecnologías de la información y las comunicaciones (tic) y ciencias: el reto de la creación de contenidos para apoyar una cultura digital en la enseñanza de ciencias biológicas

**Rubén López Domínguez**

Universidad Veracruzana

[ruben131yo@hotmail.com](mailto:ruben131yo@hotmail.com)

**Iván Flores Santiago**

Universidad Veracruzana

[ivanbiolfs@hotmail.com](mailto:ivanbiolfs@hotmail.com)

**José Luis Llaguno Roque**

Universidad Veracruzana

[jllagunoroque@hotmail.com](mailto:jllagunoroque@hotmail.com)

## Resumen

El entorno contemporáneo es principalmente tecnificado y digital. La velocidad con la que las sociedades se han visto transformadas por el impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) ha provocado que la alfabetización digital sea un requisito del siglo XXI para el ciudadano común. En el caso de las instancias educativas de todos los niveles se les plantea una doble problemática: por un lado, la de cerrar la llamada brecha digital; y por el otro, la de crear contenidos pertinentes a sus respectivos entornos socioculturales. En relación a las ciencias biológicas, en este trabajo se hace la reflexión de la urgente necesidad de crear contenidos idóneos para su enseñanza con el auxilio de las actuales tecnologías multimedia y los lenguajes informáticos como herramientas de desarrollo. También se hace hincapié en la necesidad de seguir creando una “cultura digital” en los docentes que enseñan ciencias y que permita su contagio hacia los alumnos. Finalmente, se presentan los esfuerzos que un grupo

multidisciplinario de académicos de la Universidad Veracruzana, México, hemos iniciado para contribuir a la creación de contenidos para la enseñanza de ciencias biológicas, así como para la difusión y divulgación de las mismas hacia la población en general. *\*Este trabajo es producto de la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento “Estudios Multidisciplinarios sobre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura” del Cuerpo Académico “Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación en la Sociedad del Conocimiento” de la Universidad Veracruzana, México.*

**Palabras clave:** tic, ciencias biológicas, contenidos, cultura digital

---

## Introducción

Las actuales tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) están modulando las maneras en que los seres humanos nos comportamos en lo individual y como sociedad. Es cada vez más frecuente el uso de la tecnología para actividades que ahora son consideradas cotidianas, tales como el uso de cajeros automáticos, tarjetas de débito con los que se nos paga el sueldo o diferentes modalidades de pago electrónico en internet. También se ha vuelto usual el uso de programas de mensajería instantánea para los teléfonos móviles (tales como whatsapp) y aplicaciones informáticas, denominadas “applets,” para realizar diferentes actividades desde el teléfono móvil o, más recientemente, desde las tabletas electrónicas.

Todo lo anterior cambia el modo en que nos relacionamos con nuestro entorno y entre nosotros, pues el uso de estas tecnologías, ha posibilitado la formación de las llamadas redes sociales en diferentes contextos socioculturales que, por lo mismo, resulta en diferentes efectos: desde la compartición de chismes o noticias, hasta la coordinación de esfuerzos para localizar a personas perdidas o el rescate de víctimas de desastres naturales, pasando por la coordinación que dichas redes han facilitado en el caso de los movimientos sociales y políticos, como sucedió durante la llamada “primavera árabe” en el norte de

África en 2010, y cuyos efectos todavía se siguen percibiendo y analizando

Lamentablemente, el abuso de estas mismas herramientas ha generado formas de patologías en personas con tendencias obsesivo-compulsivas ocasionando formas paradójicas de aislamiento. Paradójicas porque aunque los individuos puedan formar parte de redes sociales, se va perdiendo el contacto cara a cara con aquellos que conforman sus redes, y obsesivo-compulsivas porque existen personas que pueden estar ocupando grandes cantidades de tiempo en mantenerse “en línea” o conectados para estar al tanto de lo más reciente que se esté comentando en las redes. En ambos casos, todavía queda por verse cómo afectaran estos usos a las relaciones interpersonales y laborales. Por lo pronto ya se han acuñado neologismos para describir algunos de estos efectos, tales como tecnoestrés o ciberbullying.

El ámbito educativo no ha sido inmune al efecto de las TIC, y toda la fenomenología derivada de su impacto, en las estructuras y procesos que lo componen. Al menos unos quince años atrás, lo que se conocía como innovación tecnológica en la educación, era tener acceso tanto por docentes como por alumnos, a una computadora en los llamados laboratorios o centros de cómputo. En el caso de los docentes, se consideraba innovador para la enseñanza el que alguien pudiera pasar del uso del pizarrón o de acetatos y diapositivas, al uso de presentaciones en programas como PowerPoint, y si se le agregaba alguna pequeña animación ya era el colmo de la sofisticación. Ni que decir que los individuos que podían usar con soltura una computadora personal y manejar estas primeras herramientas de presentación gráfica eran considerados como “expertos” o al menos con una inteligencia notable.

Ahora, con la evolución que han tenido los programas de cómputo para el desarrollo de contenidos multimedia y el abaratamiento de los procesadores, el escenario ha cambiado mucho. Al día presente se cuenta con computadoras muy poderosas en su desempeño a costos verdaderamente accesibles. Ya no es necesario contar con estaciones de trabajo de varias decenas de miles de pesos. Ahora (2014) por unos 4 o 5 mil pesos mexicanos un docente o estudiante tiene una herramienta computacional con todo lo necesario para realizar todas las tareas que necesite y mucho, muchísimo más. No obstante, al parecer las

habilidades para hacer un uso creativo o innovador de estas tecnologías no han ido a la par que su desarrollo. Pareciera que seguimos siendo más bien consumidores pasivos de tecnología que usuarios ingeniosos de ellas.

Con lo anterior, se hace evidente la urgencia de la alfabetización digital para el uso creativo de tales herramientas, pues es claro que numerosas personas siguen creyendo que comprar la computadora o tableta electrónica más cara, o el teléfono celular “inteligente” más nuevo y caro, les va a resolver sus asuntos académicos o cotidianos. Más bien, se está dando el caso que mientras los ciudadanos no sean capaces de utilizar estos recursos con soltura y eficacia, sólo serán aparatos de lujo o como símbolo de estatus en el caso de quienes pueden adquirirlos, y objetos y medios aspiracionales para quienes no pueden obtenerlos. Tal es el caso para la mayoría de los ciudadanos de México.

Lo que urge entonces es implementar las estrategias, recursos y procesos necesarios para que en el contexto que nos ocupa, el docente, el alumno y hasta los padres de familia, sean capaces de usar los artilugios informáticos, sean aparatos o programas, para desempeñarse exitosamente en sus respectivas tareas. Es lo que en el ambiente pedagógico se denomina adquirir las habilidades instrumentales y competencias cognitivas para un adecuado proceso de enseñanza-aprendizaje. Habilidades que los colocarán en mejor situación para su inserción como ciudadanos idóneos para la actual sociedad. En lugar de asociar tan ligeramente el concepto de “inteligente” a estos aparatos, más bien hay que cultivar la inteligencia de sus usuarios.

### **Ciudadanía, Alfabetización Tecnocientífica y Educación en Ciencias.**

El evidente avance en la mejoría de la calidad de vida y del desarrollo económico de aquellos países con mejores avances tecnocientíficos imponen la necesidad de que los ciudadanos comprendan la importancia de ser educados axiológicamente en ciencias. Y cuando se dice ciudadanos debe entenderse en el sentido más amplio de la palabra, no sólo a aquellos que componen el ámbito escolar o académico que se asumen

como conscientes de sus derechos y responsabilidades, sino cada vez más urgentemente al ciudadano político y al ciudadano de calle.

En el caso de los políticos, una adecuada alfabetización científica en general les permitiría entender que el pensamiento científico, lejos de ser un peligro para ellos, es esencial para la democracia, pues en palabras de Joan Guinovart, Presidente de la Confederación de Sociedades Científicas de España, "... para mantener un sistema político democrático necesitamos conocimiento. Sólo una sociedad con un adecuado nivel de educación científica puede evitar ser manipulada por los que detentan el poder y es capaz de tomar decisiones basadas en la evidencia sobre temas de la mayor trascendencia para nuestro bienestar e incluso nuestro futuro como especie." (Guinovart, 2011). Claro está que mientras el ciudadano político tenga un pobrísimo nivel educativo y cultural, el argumento anterior le parecerá cuando menos ingenuo. Podría fácilmente pensar que mientras se tenga poder y recursos la democracia le tiene sin cuidado. Su ignorancia le impedirá ver que no invertir en educación y ciencia para la democracia, con el tiempo y de manera ineludible –como lo demuestran innumerables ejemplos de la historia contemporánea- hace caldo de cultivo para la corrupción extrema de una sociedad toda, que es lo que está ocurriendo actualmente en México, en donde todos perdemos calidad de vida, incluido el sector político y que este tipo de escenario no tiene ningún futuro a largo plazo.

En el caso de los ciudadanos de calle es necesario lograr que todos, desde la edad más temprana posible, puedan aplicar los principios del razonamiento científico y que los consideren como razonablemente confiables para la mejor toma de decisiones. Así, el obedecer o no ciertas normas de comportamiento como sociedad reside en el entendimiento o comprensión que tengamos de un problema dado. Por ejemplo, comprender el peligro del calentamiento global y el aumento de los gases de efecto invernadero obligan a evaluar si se cumplirá o no con el protocolo de Kioto (acuerdo internacional para frenar este problema). Otro ejemplo lo constituyen los hábitos de consumo de tabaco o de alimentación, que han provocado verdaderas pandemias como el cáncer y la obesidad o la diabetes y que el conocimiento científico ha demostrado una y otra vez sus relaciones causa-efecto. Gracias a esto los políticos han podido

entender su consecuencia negativa en términos de economía, y el ciudadano común está entendiendo que su estado de enfermedad y mala calidad de vida pueden evitarse si cambia sus hábitos cotidianos. Para alcanzar lo anterior se ha requerido el concurso también de eficaces modos de difusión y divulgación de tales conocimientos, ahora sí, con el apoyo de los gobiernos y sus instancias de salud pública, así como de las TIC y hasta de organismos empresariales, pues ahora se ha entendido que estos problemas, a la larga, afectan adversamente a la sociedad toda.

Los ejemplos anteriores, junto con otros ejemplos de vital importancia como las indudables ventajas de las vacunas y la necesidad del uso racional de los medicamentos, son aspectos que deben ser valorados con el apoyo del conocimiento científico. Una sociedad no educada científicamente puede ser fácilmente conducida a error y así llegar a creer que el sida sólo es un asunto de homosexuales y drogadictos, que el cambio climático es una fantasía alarmista, que la extinción de las especies no es un asunto del cual haya que preocuparse o que la Tierra fue creada hace unos seis mil años. Para tener los elementos necesarios en la evaluación de estos y otros asuntos se requiere acceso a la información científica pertinente.

Por todo ello, en algunos países, el acceso a la internet como medio de acceso a la información ya es manejado como un derecho humano por las consecuencias que implica. Así pues, ser un ciudadano contemporáneo implica no sólo que se pueda acceder a la información, sino que se tiene que tener una mínima alfabetización científica, entendida ésta como el manejo de la información científica mínima necesaria para desenvolverse en un mundo dominado, para bien o para mal, por las tecnociencias y sus consecuencias sociales, económicas y ambientales (Bernal y López, 2005).

De igual manera, en relación al término de alfabetización digital y de acuerdo con Area (2001, 2005) se debiera hablar de alfabetización en la sociedad digital, ya que en este tipo de sociedad la alfabetización debe ser “un aprendizaje múltiple, global e integrado de las distintas formas y lenguajes de representación y de comunicación -textuales, sonoras, icónicas, audiovisuales, hipertextuales, tridimensionales- mediante el uso de las diferentes tecnologías -impresas, digitales o audiovisuales en distintos contextos y situaciones

de interacción social-". Con todo ello quedan claros, como dos grandes aspectos, tanto la *formación para la ciudadanía* en la sociedad digital como el *carácter multimodal del proceso de alfabetización* en este contexto (Area, 2009).

Por la complejidad anterior, *en el caso del ciudadano, su derecho a la educación lleva implícito su derecho a estar informado de los avances tecnocientíficos y cómo estos lo afectan*, así como a tener una formación, en el caso de la instrucción escolar y de los que escogen carreras científicas, de alta calidad y actualizada en términos de que los *contenidos que lo nutran debieran ser idóneos para su formación*. Al mismo tiempo *se debe aspirar a educar en ciencias para el ejercicio de una vida responsable ante el medio ambiente, para el ejercicio de una vida pública informada y responsable para la sociedad, esto es, una conducta responsable con uno mismo y para con los demás seres humanos*. Esto es lo que implica desarrollar valores, los cuales son imprescindibles para el bien vivir en sociedad.

En relación con lo anterior, la ciencia se define también por ciertos valores que la modulan y la caracterizan: honestidad, racionalidad, autocrítica, perseverancia, entre otras; si bien, como actividad humana está condicionada por factores económicos, ideológicos, de poder, de ego, y otros que, como afirma Sanmartí (2002) conllevan una diferenciación en la práctica entre valores "proclamados" y valores "aplicados", por lo que las clases de ciencias no están al margen de esta dialéctica.

Por ello resulta interesante retomar lo que ya postula Lemke (2006) en relación a los objetivos más específicos para la educación científica a lo largo de la escolarización y del aprendizaje:

- Para los niños pequeños: apreciar y valorar el mundo natural, potenciados por la comprensión, pero sin eliminar el misterio, la curiosidad y el asombro.
- Para los niños de edad intermedia: desarrollar una curiosidad más específica sobre cómo funcionan las tecnologías y el mundo natural, cómo diseñar y crear objetos, cómo cuidar las cosas, y un conocimiento básico de la salud.

- Para la escuela secundaria: abrir a todos un camino potencial hacia las carreras de la ciencia y la tecnología, proveer información sobre la visión científica del mundo que es de probada utilidad para muchos ciudadanos, comunicar algunos aspectos del rol de la ciencia y de
- la tecnología en la vida social, ayudar a desarrollar habilidades de razonamiento lógico y complejo, y el uso de múltiples representaciones.

Y para quienes lo deseen: a) un camino menos intensivo que deje abierta la opción para una especialización científica o tecnológica, y b) un camino más intensivo para quienes ya han decidido seguirlo en la universidad o en la educación técnica superior.

Entonces, se debe destacar el valor que en sí mismo implica educar en ciencias, puesto que el aprenderlas está asociado con la visión de la ciencia como una actividad humana, en una cultura particular, que alienta la formación de valores en el ser humano relacionados con la forma de actuar, de argumentar y de comunicarse de la actividad científica. Es preciso que el profesorado reconozca que la ciencia hace parte de nuestra vida diaria y, por lo tanto, les proporciona a los estudiantes elementos para participar con fundamentos y argumentos científicos en la toma de decisiones, como ya se mencionó anteriormente y como se recalcará más adelante.

Ahora bien, como ya se anotó en la introducción, es indiscutible que en la actualidad vivimos en un periodo en el que la ciencia y la tecnología son consideradas como los factores que más influyen sobre el rumbo de nuestras vidas, lo que implica un mínimo de comprensión de los términos y los conceptos científicos que nos permita enfrentar con éxito las situaciones que se nos presentan. Para el logro de esta adecuada apropiación social de la ciencia se requiere crear condiciones particulares de enseñanza y de aprendizaje para que la ciencia y sus procesos formen parte inseparable de la cultura. Por lo tanto, la educación en ciencias debe aportar de manera decidida a la apropiación crítica del conocimiento científico y a la generación de nuevas condiciones y mecanismos que promuevan la formación de nuevas actitudes hacia la ciencia y hacia el trabajo científico. La educación en ciencias, inscrita en esta nueva dinámica

cultural, nos reta a pensar nuevas propuestas curriculares en las que se reflexione acerca de las relaciones entre la ciencia y su conocimiento público, y acerca del desarrollo de habilidades para la toma de decisiones relacionadas con problemas sociocientíficos. (Para una reflexión sobre la finalidad de la educación científica para la ciudadanía véase el trabajo de Acevedo, 2004).

Para enfrentar este nuevo escenario es importante la creación innovadora de contenidos que utilicen la multimodalidad como aliada para la enseñanza-aprendizaje de ciencias y, en el caso que nos ocupa, de la enseñanza de las ciencias biológicas en especial. Pero antes de comentar este asunto, es pertinente hacer mención breve a dos tareas que siguen con el carácter de pendientes, al menos en México: el acceso a la tecnología y la brecha cultural digital, lo que produce un uso acrítico e inefectivo de la misma, sólo para el ocio o recreación y no para procesos de autoaprendizaje para el desarrollo personal.

### **Cerrando la brecha digital (pero también la cultural).**

El primer obstáculo que se tiene que vencer en la creación de contenidos para la enseñanza de las ciencias, y para su uso en los procesos de enseñanza-aprendizaje tanto por docentes como por alumnos, es el de la persistencia de la brecha digital (entendida aquí como la distancia entre aquellas personas que tienen o no tienen acceso a equipo de cómputo e internet) en América Latina en general, y en México en particular. En el primer caso, y según el sitio Internet World Stats, para el 30 de junio de 2014, Latinoamérica y el Caribe presentaban 320,312,562 usuarios, lo cual representaba un 52.3% de la población de dicha región. Para el caso de México, en diciembre de 2013 se tenía la cifra de 52,276,580 usuarios de internet, lo que representaba un 43.5% de su población (consúltese <http://www.internetworldstats.com/central.htm>). En cuanto a esto y de acuerdo con datos de la Asociación Mexicana de Internet (AMIPCI 2014), el acceso para la población sigue siendo limitado y caro. Esto ayuda a explicar porqué el número de usuarios de internet se mantiene en menos del 50% de la población y que en 62 de cada 100 hogares que tienen una computadora, no cuentan con el servicio por falta de recursos.

Además, el hecho de que casi la mitad de la población haga uso en algún momento de internet no significa que lo haga con fines instruccionales educativos. De acuerdo con una encuesta de noviembre de 2012 donde el tamaño de la muestra fue de 1000 individuos (Consulta Mitofsky, México 2012, [http://consulta.mx/web/images/MexicoOpina/2013/NA\\_Internet\\_BrechaDigital.pdf](http://consulta.mx/web/images/MexicoOpina/2013/NA_Internet_BrechaDigital.pdf) ), nos indica que la generación de adultos entre 18 y 29 años ya tuvo contacto con internet en 79% de los casos y la de mayores de 50 años sólo reportan un 18%. Esta consulta también indica que la escolaridad y el nivel socioeconómico elevan la posibilidad del contacto con internet, 83% para el nivel socioeconómico elevado y 91% para la escolaridad alta. También mostró que las regiones norte y bajío reportan que más del 60% ha tenido contacto con internet en contraste del 35% del sureste. De los internautas mexicanos encuestados sólo el 10% son mayores de 50 años y este porcentaje es de 44% en los que no navegan en la red. Sólo 8% de los que se han conectado a internet no cursaron secundaria, en cambio entre los que no usan la red ese porcentaje llega a 55%. Finalmente, más de la quinta parte de los internautas pueden considerarse de nivel “medio-alto” o “alto”, porcentaje que apenas es de 5% en los no internautas.

Por otra parte, y en relación con lo anterior, está el asunto del uso que se da a internet. Al respecto, el mismo informe de la AMIPCI indica que, del total de usuarios ya citados, el 80% hace uso del correo electrónico o accede a redes sociales, ligeramente por encima de la búsqueda de información. Aparte de lo anterior, el hogar fue el principal lugar de conexión (71%), seguido por el trabajo (46%) y la escuela (34%). En el caso de la escuela esta ocupa un lugar parecido al de los dispositivos móviles (31%), lugares públicos y gratuitos (31%) y Cibercafés (30%). Estos últimos datos nos muestran al menos dos cosas; por un lado, que un poco más de la mitad del uso de internet es para la búsqueda de información (habría que ver de qué tipo) y, por otro lado, que la escuela no es el principal lugar de conexión. Esto último, que por sí solo pudiera ser cuestionable, se compensa con la posible ventaja de que sea el hogar el lugar principal de conexión. Otro dato interesante es que el 76% de los usuarios se conecta por teléfono, y de estos, 5 de cada 10 internautas mexicanos se conectan a través de un teléfono tipo smartphone.

Ante este panorama, las acciones gubernamentales corresponden a políticas de inclusión digital que cuenta, al decir de los políticos, con diversos mecanismos de infraestructura como la red troncal, red compartida, la conexión de sitios públicos, México Conectado y la transición hacia la Televisión Digital Terrestre (TDT); todo lo cual en sí mismo no es malo, sino incompleto y, generalmente, poco eficaz, pues se comete el error de ofrecer el tazón y la cuchara, pero no la sopa ni la mesa y la silla para comer adecuadamente. No basta con “regalar” computadoras, tabletas digitales o televisores digitales, si en primer lugar no hay acceso a los servicios y contenidos digitales, o el dinero para pagarlos. Es decir, parece ser que nuevamente es un asunto de gastar muchos recursos, pero desarticulados de un plan maestro de corto, mediano y largo alcance para el desarrollo de una cultura educativa tecnocientífica, oportuna y adecuada.

Ahora bien, si nos apegamos a los datos proporcionados por la encuesta del Módulo sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de la Información en los Hogares (MODUTIH, 2013) elaborado por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), sólo tres de cada 10 hogares tienen conexión a internet. Además de lo anterior también se reporta que la velocidad a la que se navega en México es la más baja entre los miembros de la OCDE, esto es, se ocupa el último lugar de los 35 países que forman parte de este organismo internacional. Según este mismo informe, del total de usuarios de internet se reporta que el 51.8% la empleó como apoyo a las actividades escolares, un poco arriba del uso para actividades de comunicación (49.3%) y entretenimiento (39.5%).

Además de lo anterior, estas mismas fuentes reportan que por primera vez en el año 2013 las principales actividades del internauta mexicano fueron el uso del correo electrónico, seguido del uso de redes sociales, desplazando esta última actividad a la búsqueda de información. Lo cual muestra que la penetración del uso de las redes sociales como actividad de ocio está ahora por encima del uso para búsqueda de información en apoyo a la educación escolar, aunque por los datos para 2014 parece que estas tres modalidades de actividad presentan porcentajes muy cercanos. Habrá que estar pendientes de las tendencias en los próximos meses y años. La información estadística completa se puede consultar en

las siguientes direcciones electrónicas: [www.amipci.org.mx](http://www.amipci.org.mx); [www.ift.org.mx](http://www.ift.org.mx); [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx).

Todos estos datos nos muestran un fenómeno de uso de las TIC en general, y de la internet en particular, de manera no necesariamente relacionada con procesos de aprendizaje escolar o para el desarrollo cultural personal, sino más bien pareciera ser un uso de comunicación y de ocio, lo cual refrenda la idea de que los usuarios bien pueden estar adoptando una postura acrítica y muy probablemente poco constructiva para el desarrollo personal. Por lo tanto, es evidente que, mientras que los procesos de enseñanza-aprendizaje se están modificando bastante bajo la influencia de las TIC y de planes de desarrollo educativo de países que están haciendo una fuerte inversión en ello (como es el caso de Canadá, Alemania, Finlandia o Corea del Sur, por mencionar sólo a algunos de los más relevantes), por el otro lado, países como México no sólo siguen sin cubrir la brecha digital en términos de infraestructura física, sino que además a ello se suma la escasa cultura digital para aprovechar dichos recursos en caso de que en verdad se alcanzara una cobertura alta.

Es entonces urgente que las políticas de desarrollo e infraestructura para este país contemplen no sólo la inversión en términos físicos, sino culturales. No tendría sentido lograr un avance significativo en términos de acceso a las TIC con la infraestructura que garantice su uso (fibra óptica, banda ancha, acceso menos caro, etc.) si el uso que el ciudadano hará sea predominantemente para el ocio que, si bien es importante y tiene su lugar en la vida de toda persona, a la larga no resultará en un mejor desarrollo de la sociedad en términos del buen vivir. Está claro que países como los ya citados en el párrafo anterior han recibido numerosos beneficios de la inversión que han hecho tanto en infraestructura como en planes educativos de desarrollo social.

Este escenario obliga a considerar la educación en ciencias también en una nueva dinámica cultural, que reta a pensar nuevas propuestas curriculares en las que se reflexione como articular valores y conocimiento tecnocientífico para la mejor toma de decisiones bajo un esquema de actividad con metas y formas de trabajo propias de esta cultura tecnocientífica. Por consiguiente, sería absurdo separar ciencia y

cultura puesto que, evidentemente, la ciencia se desarrolla en una “cultura particular” a la cual se debe. En consecuencia, la educación en ciencias, para alcanzar la meta de ser parte de la cultura del ciudadano común, para hacer cultura científica pues, requiere como etapa preliminar el diseño y elaboración de contenidos adecuados a los respectivos entornos socioculturales; por lo tanto, aquellos deben escogerse con cuidado, seleccionando los que garanticen criterios de validez tales como ser pedagógicos, racionales y de calidad (de allí que el papel de los expertos siga siendo fundamental en cuanto a su participación en la elaboración de tales contenidos). Por todo esto, desde hace tiempo la actividad docente se ha reconocido como un aspecto crítico en la formación integral de la población infantil y adolescente y representa uno de los elementos más determinantes del éxito o fracaso de las reformas educativas (Guerra, 2009).

En relación con todo lo anterior debiera quedar claro que para cerrar brechas en la sociedad de la información se requiere tanto lo físico como lo mental. El rezago de la estructura física se resuelve con dinero, pero el rezago cultural y la transformación de la estructura mental requieren algo más. Por eso cobra más importancia todavía que los contenidos que nutran los procesos de enseñanza-aprendizaje de ciencias estén adecuados a los entornos y comunidades de aprendizaje en donde se aplicarán. No porque haya leyes universales que aplican aquí y al otro lado del mundo, significa que los contenidos para su enseñanza se puedan dejar sin supervisión, pues un contenido desarrollado para un usuario en Argentina no necesariamente será igual de eficaz para un usuario en Nigeria o Nepal; hay dificultades por superar en la elaboración de tales contenidos, empezando por el lenguaje (que no el idioma), así como los símbolos y metáforas que son elementos presentes en la ciencia y su descripción, aspectos que no se discutirán aquí, pero que merecen un ulterior examen actualizado.

### **Avances de la iniciativa privada en la creación de contenidos y su impacto cultural.**

Lamentablemente las universidades públicas se están viendo rebasadas por otras instancias en cuanto a la creación de contenidos para la información y formación de los ciudadanos, generando así sus propios procesos de culturización para sus entornos y fines respectivos. Esto que en sí mismo podría resultar

inconexo con el tema aquí abordado tiene mucho que ver, pues si las instancias son aquellas que promueven modelos de enseñanza capitalista, productos milagro, pensamiento mágico y religioso, pues lo mínimo que debieran estar haciendo las instancias educativas oficiales del país es realizar el mismo esfuerzo creativo para promover la contraparte: el pensamiento racional, científico y en valores.

Como ejemplo de lo anterior se anotan a continuación un par de ejemplos de los esfuerzos creativos de dos organismos educativos privados que están apostándole decididamente a la educación en línea de sus ciudadanos o clientes diana. Sin aventurar juicios morales previos sobre estas acciones, sirvan sólo como ejemplo de que sí estas entidades son capaces de hacerlo para sus propósitos, entonces las instancias gubernamentales están obligadas a demostrar que también pueden hacerlo:

El *Instituto Tecnológico de Monterrey* que oferta una maestría en educación, otra en tecnología educativa y un doctorado en innovación educativa; también una maestría en administración de tecnologías de información en asociación con la Carnegie Mellon University y, por lo tanto, con doble grado; todas a cursarse en línea ([www.itesm.mx](http://www.itesm.mx)).

La *Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla* (UPAEP) que, como muestra, ofrece una maestría en innovación en formación docente, una maestría en e-learning y una especialidad en docencia digital y ya tiene un centro de servicios de alta tecnología donde, en colaboración con la industria, desarrolla proyectos de innovación, consultoría tecnológica y otros servicios tecnológicos. Esta institución católica privada ofrece, entre sus departamentos educativos tradicionales, además una Dirección de Bellas Artes y Proyección Cultural y una especie de Departamento de Desarrollo Espiritual donde se ofrecen recursos religiosos en línea, noticias y ligas a otros sitios de recursos religiosos y talleres de oración y vida ([www.upaep.mx](http://www.upaep.mx)).

Lo interesante de estos dos ejemplos es que, al margen de lo que podamos opinar sobre ellas, lo que es indiscutible es la calidad certificada de su oferta educativa y la rapidez con la que se están adaptando a los cambiantes tiempos presentes donde las TIC juegan un papel fundamental como medios para alcanzar sus

objetivos. Y no lo están haciendo de manera improvisada, sino de forma sistemática y programada y, en varios casos, en colaboración con otras instancias de reconocido prestigio internacional.

Obviamente, para ello han tenido que desarrollar no sólo programas de estudio innovadores, sino que han tenido que contar con docentes actualizados y de calidad, así como, precisamente, contenidos diseñados y desarrollados especialmente para tales programas. Esto mismo requiere la educación en ciencias dentro del sector educativo estatal o nacional. Ni duda cabe que habrá que observar con cuidado cómo este tipo de empresas educativas moldean la cosmovisión de sus egresados y habrá que analizar su impacto cultural en las sociedades donde se inserten dichos egresados. Este es también otro asunto que merece una revisión permanente.

### **Contenidos para la enseñanza de ciencias.**

Entre las insuficiencias del trabajo *en la didáctica de las ciencias* y como parte de las críticas actuales a la educación científica en varias sociedades contemporáneas se pueden señalar las siguientes como especialmente importantes y problemáticas:

Que su énfasis en los contenidos es demasiado abstracto para muchos estudiantes.

Que su selección de contenidos no tiene apoyo empírico con el fin de argumentar sobre su utilidad para los no especialistas.

Que está demasiado diseñada para entrenar a futuros trabajadores técnicos.

Que es aburrida y alienante para demasiados estudiantes.

Que trata de imponer como superior una forma particular de pensamiento.

Que no enfatiza la creatividad, las preocupaciones morales, el desarrollo histórico o el impacto social.

Que no presta atención a las dimensiones afectivas y emocionales del aprendizaje.

Que genera una imagen deshumanizante de las ciencias, no preocupada por las inquietudes e intereses de la mayoría de la gente y alejada de las vidas reales de quienes hacen ciencia, quienes la usan y quienes son afectados por ella.

En relación con lo anterior, es de particular interés notar que en lo que tiene que ver con la enseñanza o educación en ciencias, los aspectos que siguen planteándose como no resueltos son, en resumen, los de contenidos no adecuados, que la enseñanza no sea aburrida, que sea creativa y emocionalmente atractiva y se vincule moralmente con aspectos de la vida real. Entonces es urgente que los contenidos que se generen para la enseñanza de las ciencias, y especialmente las biológicas, logren remontar las críticas enunciadas. Para ello se requiere del concurso multidisciplinario e integral en la elaboración de los tales desde una óptica innovadora o por lo menos imaginativa.

En ese sentido, cuando se afirma que los contenidos para la enseñanza de las ciencias debieran ser pedagógicos, racionales y de calidad se quiere decir que los conocimientos podrán ser racionales o razonables si los estudiantes son capaces de intervenir experimentalmente en ellos, de argumentar los resultados, de darse cuenta de sus carencias, de representarlos (modelización) y de narrarlos (socializar el conocimiento). Al hacer referencia a la calidad se piensa en conseguir que los conocimientos sean útiles para la formación del estudiante como persona. Para ello deben conectar con sus expectativas personales, las cuales a su vez, deben formar parte de un proyecto humano, social, estimulante y satisfactorio desde un punto de vista ético y estético, además de científico.

En relación con el apartado anterior, es interesante el planteamiento que hace Pujol (2007) respecto al estudio de los seres vivos y que ejemplifica más claramente las ideas antes expuestas: este autor afirma que las propuestas de estudio de los seres vivos, desmarcados de su medio y tan sólo acompañadas de preguntas cerradas con respuestas academicistas (¿Cuántas patas tiene...? ¿Qué come...? ¿Cómo se reproduce...?) constituyen un enfoque que difícilmente puede ayudar a los escolares a comprender la complejidad de la interdependencia entre los distintos elementos de la naturaleza y de la importancia del

papel de cada uno de ellos. Son preguntas que, en general, giran alrededor de un determinado individuo, desvinculándolo de su interacción con el entorno, de la visión evolutiva o de desarrollo de la especie y, por consiguiente, de su papel y su historia en el espacio y el tiempo, de su desarrollo filogenético.

Es muy diferente, al estudiar un animal (o una planta, o una bacteria), centrar la atención en *cómo es* y en *cómo cambia* y *cómo cambia su ambiente*. Es decir, si los contenidos se diseñan a partir de preguntas de tipo reflexivo, el proceso cambia. Por ejemplo, uno puede plantear preguntas como ¿porqué este animal tiene seis patas y aquel otro sólo cuatro? ¿qué ventajas o desventajas le da esto?; esto permite ir analizando las características de una especie, que no sólo de un individuo, y en general de los seres vivos sin establecer una escala jerárquica *a priori*, sino desde la óptica de la diversidad.

Por otro lado, un factor muy importante, y por cierto bastante desconocido, de la actividad científica y de la cultura, es el lenguaje, el cual es más que un instrumento para la comunicación. De acuerdo con Wittgenstein (1997), el “juego del lenguaje” es acción que se desarrolla en el seno de una actividad humana concreta y que proporciona palabras con las cuales construir relaciones y entidades. Así, en la creación de contenidos para la enseñanza en ciencias, el lenguaje escolar también puede ser mucho más que descripciones y definiciones de algo que la comunidad científica ha establecido; es, más bien, un ente en desarrollo y va cambiando a medida que lo hace la actividad científica, y proporciona recursos para argumentar e interactuar y no sólo para afirmar cómo es el mundo, y explicar con estereotipos -imágenes mentales simplificadas- cómo se ve el mundo.

Además de esto, el lenguaje permite comunicar las propias ideas (a través de diferentes formas de representación), interpretar las de los demás, establecer nuevas relaciones y construir conocimientos. Es pues, mediante la generación de lenguajes adecuados, que se puede socializar el conocimiento científico. Por lo tanto, educar en ciencias implica enseñar a pensar, hacer y hablar, o a comunicar sobre los sucesos del mundo natural.

En relación con los contenidos de las ciencias, su enseñanza, de acuerdo con Izquierdo (2005, 2006), no debe estar basada en definiciones (tales como qué es la célula o qué es un enlace químico) sino en acciones (qué proporción de reactivos uso, cómo diferencio esta célula de esta otra). Y para que estas acciones sean eficaces se deben realizar conscientemente y, por lo tanto, estar sujetas a la autoevaluación que se deriva de procesos metacognitivos que les permite a los estudiantes regular sus aprendizajes, los cuales debieran formar parte de la actividad científica escolar. El conjunto de acciones toman significado por su vinculación a un modelo teórico, que proporciona al proceso docente características “modelizadoras.”

En este contexto, la tecnología también se considera en el proceso, puesto que una buena parte de las acciones científicas requieren instrumentos que se deben conocer bien para comprender la naturaleza de los datos que proporcionan. La tecnología se convierte así, para el profesorado de ciencias, en un recurso didáctico y en una herramienta de comunicación, además de que proporciona un aprendizaje colaborativo, en el que participan los estudiantes y los profesores e interaccionan para construir conocimientos (López y Morcillo, 2007). Y a partir de las reflexiones en torno al uso de las TIC en el campo de la enseñanza de las ciencias, Pontes (2005) señala dos funciones principales:

Su uso para la formación de estudiantes al permitir trabajar contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Su empleo para la formación del profesorado con un sentido tecnológico (manejo técnico), científico (ampliación de contenidos) y pedagógico (diseño de estrategias).

Queda así establecida la importancia de las tecnologías en los procesos de formación en la enseñanza de ciencias tanto en el alumnado como en el docente y su importancia en la creación de contenidos, pedagógicamente diseñados, que tomen en cuenta los diversos entornos socioculturales, lingüísticos y de otra índole.

**Contenidos para la enseñanza de las ciencias biológicas.**

Todo lo anterior no significa que no existan contenidos para la enseñanza de las ciencias biológicas, o de las ciencias naturales en general. Contenidos existen miles. Basta con hacer una visita a YouTube para reconocer que existen cientos de miles de ellos relacionados con una pretendida enseñanza de estas ciencias. Lamentablemente no existe una regulación que avale, tanto la calidad como la veracidad de dicha información, lo cual pone en riesgo la confiabilidad y validez de dichos contenidos, lo cual puede llevar a un deterioro, precisamente, en la calidad de la educación de quienes la consultan (véase como ejemplo el siguiente vídeo donde se habla de los órganos de los sentidos y, al hablar de los corpúsculos de Pacini, la mala traducción española dice corpúsculos de “panuchi.”: [www.youtube.com/watch?v=b5qB5Rmqyek](http://www.youtube.com/watch?v=b5qB5Rmqyek), segundos 32-34. Obviamente que para quienes no estén familiarizados con este tema se pueden llevar esta información como cierta, cuando no lo es). Este caso, que podría ser simpático o hasta hilarante, sólo muestra la tragedia que se está gestando si no se tiene un control de calidad de los contenidos tecnocientíficos.

Es por ello urgente que las instancias ortodoxas sean las que marquen liderazgo en cuanto a la creación de contenidos para la enseñanza de las ciencias biológicas y no sean personas que, aunque bien intencionadas, carecen de la formación y el control de calidad necesarias para garantizar que lo que suben a la red esté correcto. Como se mencionó anteriormente, crear contenidos requiere del experto en la disciplina, de la experticia de los pedagogos, y hasta de los psicólogos de la educación, y el uso de las tecnologías adecuadas con sus respectivos expertos también (creadores, diseñadores gráficos, expertos multimedia, etc). Todo ello enmarcado en programas y estrategias bien definidas para alcanzar objetivos previamente delineados alrededor de la educación en ciencias. Por lo que se ve, no debiera ser un asunto dejado a la casualidad ni a la improvisación.

Como contraste, existen ejemplos de excelentes diseños, tanto de contenidos como de recursos en línea, junto con los recursos tradicionales, para la enseñanza de las ciencias biológicas. Por ejemplo, el libro “Bioinquiry. Making connections in biology” es excelente en todos los aspectos. Se usa el formato tradicional del libro: más o menos tamaño carta, en papel y con más de 600 páginas, un objeto a todas luces aparentemente estorboso y fuera de lugar en el actual contexto digital. Pero al interior, el contenido está cuidadosamente planteado con características eminentemente pedagógicas y planificadas para ser eficaces en el aprendizaje de los conceptos. Tiene márgenes suficientes para hacer anotaciones, usa colores adecuadamente distribuidos para resaltar ideas y conceptos, utiliza fotos, diagramas e ilustraciones justo en el lugar donde el texto las cita, como refuerzo a lo que se está leyendo. También hace al final de cada capítulo un resumen integrador y usa preguntas de reflexión, dejando al final preguntas de revisión para que el lector refuerce lo estudiado. Junto con ello, en cada sección clave aparece la sugerencia de realizar una búsqueda más extensa en internet. Pero además, por el costo de adquisición de la obra (también se puede adquirir en formato electrónico), se tiene acceso a un sitio web (diseñado y sostenido por la editorial) donde se pueden realizar otras consultas y desarrollar actividades que refuercen los temas que están en el libro, al mismo tiempo que ofrece vínculos a otros sitios web que tienen información adicional o especializada, pero de entidades reconocidas. Todo ello no sólo para el estudiante, sino para el docente también. Un detalle importante es que esta obra se editó por primera vez en 2006 y tanto su diseño como su contenido siguen siendo vigentes (explórese en el sitio: [www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-EHEP000476.html](http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-EHEP000476.html)).

Este tipo de publicaciones muestran muy bien el trabajo que se tiene que hacer en relación a la creación de contenidos adecuados para la enseñanza de las ciencias biológicas. Si se considera que una obra así puede tomar unos cinco años en ver la luz, y apareció publicada en 2006, pues resulta que ya han pasado al menos 13 años y cuesta trabajo encontrar, si es que los hay, ejemplares semejantes a este en el mercado de la enseñanza de la biología en México. Esto muestra el enorme retraso que en cuanto a trabajo editorial y de creación de contenidos, para todo tipo de medio de difusión y divulgación, sigue existiendo en este país.

Lo interesante, y también paradójico, es que justo ahora que los aparatos tecnológicos se han abaratado mucho (computadoras, videocámaras, tabletas electrónicas, y otros) y existen numerosos programas informáticos y ambientes de programación y diseño gratuitos, no se esté viendo una explosión en el desarrollo de contenidos para la enseñanza de las ciencias biológicas en México. Tal pareciera que se ha adoptado una postura pasiva en cuanto a esto y se está siempre a la espera que otros desarrollen dichos contenidos para así adquirirlos. Tal fue el caso de la Khan Academy, la cual fue una iniciativa de un joven profesor de matemáticas (Salman Khan) quien grabó algunas lecciones de matemáticas para ayudar a una familiar a entender mejor sus clases. Estas clases tutoriales las subió a YouTube donde pudieron ser usados por otros con mucho éxito, y de allí, ante la solicitud de más vídeos, este profesor desarrolló numerosos vídeos, todos relacionadas con las matemáticas. Fue tanto el éxito obtenido que formó una organización educativa no lucrativa (la ahora Khan Academy) la cual se enfoca a la enseñanza de ciencias en línea y ahora cuenta con más de 4000 vídeos en diferentes áreas del saber humano, y recibe apoyo de importantísimas instancias privadas y organismos filantrópicos para extender su influencia (Google, Fundación Carlos Slim, Oracle, Bill & Melinda Gates Foundation, entre otros).

Sin ánimo de desmerecer en ningún sentido esta notable iniciativa y el meritorio éxito que estos vídeos tienen, si somos objetivos, nos podemos dar cuenta que son clases tradicionales. Ni siquiera se usaron técnicas sofisticadas de modelado visual o multimedia, ni se aplicaron sesudas metodologías psicopedagógicas de acuerdo a los ortodoxos modelos de la enseñanza-aprendizaje. Lo que fue innovador fue que el instructor las diseñara pensando en el alumno, las pusiera en formato electrónico y las hiciera disponibles en la internet para ser usadas todo el tiempo que se requiera hasta aprehender los conceptos. Esto muestra lo que un poco de iniciativa personal y un uso adecuado de las tecnologías pueden lograr para transmitir ideas y conceptos científicos.

Fuera del anterior ejemplo, y de algunos pocos otros ejemplos y esfuerzos más bien individuales (véase [www.aula21.net/primeracienciasnaturales.htm](http://www.aula21.net/primeracienciasnaturales.htm), para revisar algunos enlaces relacionados a la biología y las ciencias naturales en internet), el panorama es verdaderamente preocupante. No obstante todo lo

dicho, empiezan a darse esfuerzos por parte de académicos y sus respectivas entidades por aportar su propio esfuerzo en suministrar información relacionada con las ciencias naturales y especialmente con las ciencias biológicas. Si bien son esfuerzos muy limitados en cuanto a su impacto y muchas veces son actividades o productos más de difusión y divulgación que instrumentos de enseñanza propiamente dichos, no dejan de aportar datos, información y contenidos que pueden servir para la enseñanza.

Tal es el caso de los esfuerzos que están haciendo dos dependencias de la Universidad Veracruzana por crear contenidos relacionados con la biología que permita su divulgación hacia, precisamente el sector no académico. En primer lugar tenemos el caso del Centro de Investigaciones Tropicales donde se están publicando libros que, aparte de ser eminentemente académicos, se conjugan el arte fotográfico y de pintura, con lo que las publicaciones adquieren un doble valor: el científico y el estético. También realizan actividades de difusión y divulgación a través de la producción cinematográfica y han implementado un diplomado en este ámbito llamado Diplomado CinemAmbiental. En segundo lugar está el caso del Instituto de Investigaciones Biológicas, el cual a través del Área de Comportamiento y Filosofía de la Biología, y en colaboración con el Área de Biología Vegetal, ha creado el Grupo de Trabajo de Educación en Ciencias (GTEC, <http://gteciencias.wordpress.com>) compuesto por un grupo multidisciplinario de académicos con el objetivo de contribuir al tema de la educación en ciencias y a la alfabetización tecnocientífica, mediante la producción de medios e instrumentos multimodales. Actualmente se cuenta ya con los primeros borradores de dos libros dedicados a la flora y la fauna y un tercero con historias biológicas para niños. Estos productos tienen como objetivo ir más allá de la mera divulgación, sino que con su información sirvan como instrumentos de enseñanza tanto en el ámbito escolar como fuera de él.

En el segundo caso, los esfuerzos están en el marco del ambiente inmediato a esta institución de educación superior. Es decir, se trata de dar a conocer la ecología, la flora y fauna cercanas a la sociedad, en un afán por acercar a la sociedad a la naturaleza inmediata de su cercano entorno. No se trata de hacerles saber del oso polar o de los escarabajos africanos, que seguro que son importantes, muy interesantes y valiosos, y que también ya tienen sus difusores y divulgadores, sino de aquella biología

inmediata a las comunidades humanas con las que comparten espacio y tiempo, y que son afectados mutuamente.

Obviamente habrá que esperar a ver que está sucediendo en otras universidades del país y los esfuerzos que estén haciendo por contribuir a reducir el rezago que existe en la enseñanza de las ciencias. En relación con ello, cabe destacar que la mayoría de las universidades del país cuenta con profesionistas en los campos de la psicología, la educación, las ciencias, el diseño gráfico, las ciencias de la computación, el trabajo multimedia, entre muchas otras áreas del saber. Entonces ¿por qué no están creando sus propios contenidos? ¿Qué hace que se mantenga un rezago en este campo, cuando sabemos que la enseñanza de las ciencias es de urgente prioridad para el desarrollo de la sociedad?

## Conclusiones

Enseñar ciencias es una tarea profesional creativa, intelectual y emocionalmente demandante. Es también una forma de interacción humana que por definición involucra la intención de ayudar a que otros aprendan, es decir, apropiarse de nuevas ideas, procedimientos, actitudes y valores relacionados con el mundo de las ciencias (OCDE, 2006). La educación en ciencias en general, y la educación en ciencias biológicas en particular, en tanto actividades humanas deben proponerse contribuir a la mejora de la vida social, al menos de la sociedad inmediata en donde se inserta.

En la actual sociedad del conocimiento, inmersa en un contexto de enorme diversidad social, cultural, lingüística y étnica, es urgente que los profesores (y todos los involucrados con la educación en ciencias) generen ambientes de aprendizaje en los que se valoren las capacidades de todos los alumnos y ciudadanos y se les ayude a ejercer el pensamiento crítico-racional, a tener confianza en el pensamiento científico como un medio eficaz para comprender la naturaleza, a entender que mediante la certera comprensión de los fenómenos naturales se pueden prevenir problemas y contribuir a mejorar la

condición humana junto con todo el planeta.

Teniendo como fondo este escenario es importante señalar que la innovación en la enseñanza de las ciencias se muestra ausente ante la evidente presencia de contenidos de enseñanza tradicionales, cuando los hay. Esto requiere hacer el esfuerzo de darles coherencia con el enfoque que orienta la práctica docente. Por ello ¿qué se necesita para generar actividad científica escolar? Para empezar se debe evitar replicar la ciencia que se muestra en los libros de texto, como producto ya terminado y con los clásicos estereotipos, esto es, conceptos y fórmulas a memorizar e imágenes-símbolo de sapientes personas en bata blanca ante aparatos sofisticados e inaccesibles para el común de los mortales. Más bien, debe mostrarse a la ciencia como una actividad global cognitiva que requiere pensar, hacer y comunicar, como ocurre con cualquier otra actividad humana, y que sólo se pone en marcha si hay curiosidad, preguntas, intereses y motivación para hacerla racional y educativa. En el aprendizaje de las ciencias es imprescindible generar contenidos y actividades que respondan a las preguntas e intereses genuinos de los estudiantes y de la sociedad en la que se presentan.

La actividad científica escolar y los contenidos que en ellos se socialicen van a generar vivencias que enriquecerán el conocimiento escolar y, dado que toda actividad humana se guía por valores y sentimientos, emergerán los que contribuirán a que aquellos que llamamos valores elementales sean de vital importancia para realizar nuestras labores cotidianas. De esta manera, cuando el ciudadano reconoce que en su escala de valores está la búsqueda del buen vivir y hace la conexión de que para tener una mejor calidad de vida requiere de cuidar su nutrición y su salud, entonces se esperaría que llegara a la conclusión de que las ciencias le ayudarán a conseguirlo. Es en estos pragmáticos aspectos donde ya se puede notar cómo la educación en ciencias contribuye a mejorar la condición humana. Lo que hace falta es explicitarlo a la mente desde la más pequeña infancia con la implementación de contenidos adecuados y generando así una cultura científica coherente con los tiempos actuales.

No obstante, es importante mencionar lo difícil que es diseñar propuestas al estilo de “ciencia para todos.” Por eso mismo, se debiera identificar lo más crucial y humano de las ciencias, que justifique que se les considere aptas para educar e incluirlo en los currículos de la enseñanza obligatoria. Eso les facilitaría a los estudiantes, en tanto ciudadanos en formación, su acceso a una sociedad en la cual el conocimiento es el bien máspreciado. ¿Cómo lograr esto? Se puede empezar por reconocer que enseñar no es sólo conocer y transmitir el contenido de un libro de texto. Se requiere algo más. Se debe conectar con la actividad cognitiva de cada estudiante, con su desarrollo personal y con los contenidos y la epistemología propia de la ciencia que enseñamos. Aunque no es sencillo situarse en este espacio multidimensional al enseñar ciencias y lograr que tales dimensiones sean compatibles, es imprescindible hacerlo para que las ciencias contribuyan al desarrollo de competencias en los estudiantes.

Por ello, se debe insistir en que hay que entender que es necesario acercar los dos universos, el de las actividades realizadas por los científicos, y el de las actividades desarrolladas en las aulas. Así, las propuestas de transposición didáctica, esto es, la búsqueda de formas justificadas de acercar el conocimiento científico y el escolar, habrán de tomar en cuenta tanto las distancias como los puntos de contacto entre estos dos sistemas culturales: uno, la academia, sea esta la universidad o el centro de investigación; y el otro, las clases de ciencias. Por eso es que hoy en día se propone considerar el aula como un espacio donde también se genera una actividad científica, con sus propias características distintivas, a la que se llama actividad científica escolar (Izquierdo-Aymerich, 2000). En este entorno es que se sugiere la creación de una cultura propia entre esa actividad científica escolar, el alumnado y los docentes.

En el caso de la creación de contenidos para la enseñanza de las ciencias biológicas es imprescindible que se realicen formas de planeación didáctica, más efectivas que otras, para promover el aprendizaje de las ciencias por parte de los estudiantes. Ello implica:

Tener metas pedagógicas claras.

- Organizar el tiempo eficientemente.
- Aprovechar los recursos disponibles.
- Reunir oportunamente materiales.
- Definir las actividades a realizar y su orden.
- Anticipar dificultades y contratiempos.
- Disponer estrategias adecuadas para la evaluación.

Todo ello a partir del diseño curricular oficial, tomando en cuenta el programa para el nivel educativo y grado específico que se atiende, hasta llegar a planificar unidades didácticas debidamente secuenciadas y temporalizadas para favorecer la igualdad de oportunidades y la enseñanza de calidad (Véase Soussan, 2003).

En relación con eso, Barnett y Hodson (2001) sugieren no perder de vista el contexto de enseñar ciencias, pues como docentes necesitamos reconocernos como profesionistas que laboramos en un ambiente educativo con características y demandas particulares. Las demandas de los niveles de educación preescolar, primaria y secundaria son distintas y exigen grados de involucramiento y responsabilidad mayores a medida que los estudiantes tienen menor edad. En este sentido, resulta crucial identificar las áreas de competencia mejor desarrolladas y aquellas por desarrollar. Esto facilitará tanto compartir con otros profesores lo que ya se domina, como buscar las oportunidades de formación más apropiadas a necesidades particulares.

Los contenidos para la enseñanza de las ciencias biológicas debieran cumplir las mismas características que cualquier otro material pedagógico, a saber:

- Adecuados a la edad del alumno.
- Adecuados a las características psicológicas del alumnado.
- Apropiados para el área o materia en que se utilizan.

Didácticamente útiles para la comprensión y aclaración de los temas tratados.

Coherentes con el currículo y los proyectos institucionales.

Favorecedores de actividades relevantes de aprendizaje.

Recursos al servicio de la planeación didáctica en oposición a que la planeación didáctica esté dirigida y condicionada por el material seleccionado.

Lo esencial al utilizar cualquier material o recurso es tener claro que ninguno de ellos constituye una fórmula mágica ni es excluyente de los demás; lo importante es cómo lo utilizamos y si promovemos con él que los estudiantes piensen, colaboren, discutan, argumenten, observen, exploren y sean creativos. El propósito final es que el uso de los materiales promueva el aprendizaje auténtico y el desarrollo de competencias en ciencias. Hemos de asegurarnos que los materiales que creamos o seleccionemos sean coherentes con la educación responsable que queremos otorgar a los estudiantes; sobre todo usarlos de manera creativa, adaptándolos a nuestras circunstancias y contexto.

Cuando se revisan los planes y políticas alrededor de la educación un asunto debe quedar claro: dichos planes están diseñados por especialistas en educación y, por consiguiente, los objetivos de la enseñanza en ciencias son adecuados y pertinentes, con lo que se obtienen políticas también claras y concretas. El problema sigue radicando entre lo que se escribe y las realidades inmediatas de los diferentes entornos y comunidades de aprendizaje.

Parece que sigue habiendo una desarticulación entre los programas propuestos y su aplicación efectiva en el entorno escolar. Por un lado, los expertos muestran que conocen muy bien la problemática y saben cómo resolverla, incluso se cuentan con los recursos tanto monetarios como humanos para resolver el tremendo rezago en la enseñanza de las ciencias; no obstante, por otro lado pareciera que también hay un divorcio factual entre los expertos y sus propias comunidades, lo que ocasiona inercias que impiden la efectividad en implementar soluciones. Más aún, al interior de las instancias educativas existe desarticulación entre los departamentos de los diferentes expertos y desarticulación entre las diferentes

instancias encargadas de poner en práctica las acciones propuestas.

Por todo ello, se sigue reiterando en la necesidad de dar mayor reconocimiento a las acciones prácticas más que a las cuestiones conceptuales, pues éstas ya están bien establecidas y sabidas. Es de suma importancia respaldar cualquier innovación educativa en ciencias que implementen los docentes, especialmente en lo que tiene que ver con el diseño de contenidos para la enseñanza de las ciencias biológicas, pues en esa medida se podrá hacer asequible a la población conceptos de salud-enfermedad, ecología, sustentabilidad, riqueza biológica, bioconservación, entre otros temas, y que son asuntos que están impactando claramente en nuestro entorno inmediato.

Para alcanzar lo anterior se exige que los diferentes sectores de la sociedad reconozcan al ciudadano en su derecho a estar debidamente formado e informado en asuntos tecnocientíficos, a fin de desarrollar los criterios y valores que le permitan tomar parte en la toma de decisiones que le afecten y actuar decididamente con ideas y acciones que fortalezcan sus comunidades. Para ello, se tiene que seguir trabajando en la creación y fortalecimiento de una cultura tecnocientífica, de una cultura digital, de una actitud dinámica, centrada en la acción informada científicamente y motivada para enfrentar los problemas que actualmente tenemos al frente y que amenazan la viabilidad de nuestra especie.

Se debe seguir haciendo hincapié en fortalecer estas posturas actitudinales y en estas motivaciones dinámicas en tres actores principales: políticos, docentes y alumnos. De estos tres se tiene que seguir apoyando especialmente al sector docente, pues debido al primario e importantísimo papel que juega desde los niveles básicos en las primeras aproximaciones de las mentes infantiles a la ciencia, su desempeño puede resultar en la motivación vocacional hacia las ciencias o en el rechazo hacia ellas. Si a los docentes se les da la adecuada capacitación y actualización, así como los medios para innovar en el aula sus procesos de enseñanza de ciencias y se logra mantenerlos motivados, entonces será más fácil que ellos a su vez motiven a los alumnos. Por otra parte, si se logra que haya coherencia entre esos tres segmentos para llevar a término las políticas educativas en ciencias a mediano y largo plazo, con todo y

reformas incluidas, entonces se estará en el camino correcto.

(Para una revisión amplia sobre porqué y para qué enseñar ciencias desde el nivel de enseñanza básico, desde qué perspectiva, cómo y qué se necesita para hacerlo, consúltese: SEP, 2011; así como una revisión sobre enseñar con tecnologías: Schneider, Abramowski y Laguzzi, 2007).

## Bibliografía

- Acevedo, J. 2004. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Vol. 1, No. 1, pp. 3-16
- Asociación Mexicana de Internet (AMIPCI). 2014. Día Mundial del Internet, México 2014. 10° estudio sobre los hábitos de los usuarios de internet en México.
- Area, M. 2001. La alfabetización en la cultura y tecnología digital. La tensión entre mercado y democracia. En: M. Area (Coord.), *Educación en la sociedad de la información*. Desclée de Brouwer, S. A. España, pp. 81-82
- Area, M. 2005. Tecnologías de la información y comunicación en el sistema escolar. Una revisión de las líneas de investigación. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa (RELIEVE)*, Vol. 11, No. 1, p. 3-25
- Area, M. 2009. *Introducción a la tecnología educativa*. Manual electrónico. Universidad de La Laguna. España.
- Barnett, J. y D. Hodson. 2001. Pedagogical context knowledge: towards a fuller understanding of what good science teachers know. *Science Education* 85, pp. 426-453
- Bernal, M y M. López. 2005. Educación científica para la ciudadanía. Algunas aportaciones desde la perspectiva de la historia del currículum escolar en España. *Enseñanza de las Ciencias*. Núm. Extra, VII Congreso. España.

- Consulta Mitofsky. 2012. Brecha Digital (Internet). Consulta Mitofsky. Noviembre. México.
- Encuesta sobre disponibilidad y uso de las tecnologías de la información (MODUTIH). 2013. Boletín de prensa núm. 502/13
- Guerra, M. 2009. Las reformas curriculares y la enseñanza de las ciencias: ¿reformular las prácticas o repensar las reformas? En: J. B. García Horta y J. M. Fernández Cárdenas (Eds.), Investigación, política y gestión educativa desde Nuevo León: una aportación joven al debate nacional, México. Comité Regional UNESCO/UANL, pp. 161-180
- Guinovart, J. 2011. Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España. Análisis, reflexiones y propuestas para un acercamiento de la ciencia al mundo escolar que promueva en los niños el interés por la ciencia, el aprendizaje científico y una visión no estereotipada de la empresa científica y sus protagonistas. Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE). Madrid
- Izquierdo, M. 2000. Fundamentos epistemológicos. En F. Perales y P. Cañal (Eds.), Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias. Editorial Marfil. España, pp. 11-34
  - 2005. Hacia una teoría de los contenidos escolares. Enseñanza de las ciencias, 23 (1), pp. 111-122
  - 2006. Por una enseñanza de las ciencias fundamentada en valores humanos. Revista Mexicana de Investigación Educativa, 11 (30), pp.867-882
- Lemke, J. 2006. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. Enseñanza de las ciencias, 24 (1), pp. 5-12
- López, M. y J. Morcillo 2007. Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 6 (3) pp. 562-576
- OCDE. 2006. PISA 2006. Marco de la evaluación: Conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura. Ministerio de Educación y Ciencia. Santillana. Madrid.
- Pontes, A. 2005. Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. Revista Eureka 2 (1), pp. 2-18

- Pujol, R. 2007. Didáctica de las ciencias en la educación primaria. Síntesis Educación. Madrid.
- Sanmartí, N. 2002. Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. Editorial Síntesis Educación. España.
- Schneider, D., A. Abramowski y G. Laguzzi. 2007. Uso pedagógico de las tecnologías de la información y la comunicación. Eje 3. Alfabetización digital. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. Buenos Aires.
- SEP. 2011. Las ciencias naturales en educación básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI. México.
- Soussan, G. 2003. Enseñar las ciencias experimentales. Didáctica y Formación. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. UNESCO. Chile.
- Wittgenstein, L. 1997. Investigaciones filosóficas. Editorial Crítica. Barcelona.