

Los Enfoques CTS y CTSA en la Enseñanza de las Ciencias.

por ¹ M. Sandra Martínez Filomeno y
² Fernando Schneider

(1: sandrafilomeno@gmail.com, 2:
schneiderf@editorialestrada.com.ar)

La importancia de la reflexión sobre la ciencia para la alfabetización científica

En este artículo compartiremos con los lectores los enfoques Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) como aportes a la enseñanza de las ciencias. Partimos de la idea principal de que la finalidad de la educación en ciencias dentro del marco de la educación para la ciudadanía, es la alfabetización científica. Por otra parte, consideramos que no es posible lograr esta alfabetización únicamente desde los contenidos conceptuales de las disciplinas (además de algunas consideraciones metodológicas), que constituyen el eje central (o quizás el único) de la enseñanza de las ciencias con fines propedéuticos, tradicionalmente preponderante en nuestro país.

Atento a ello, en los párrafos que siguen reflexionaremos acerca de las finalidades de la enseñanza de la ciencia en la escolarización obligatoria y del papel de los aportes de las metaciencias (y los contenidos metacientíficos), así como de los enfoques CTS y CTSA en su enseñanza.

Las finalidades de la enseñanza de las ciencias en la escolarización obligatoria

En las últimas décadas, el debate acerca de cuál/es deben ser las finalidades de la enseñanza de las ciencias en la escuela, se tornó cada día más intenso y nutrido. No obstante, tanto en el ámbito universitario como entre muchos profesores de ciencias naturales, se mantiene la idea de que su enseñanza en la escuela debe tener como fin preparar a los alumnos para seguir estudios superiores de ciencias (finalidad propedéutica).

Hasta las décadas de 1960 y 1970 era generalmente aceptada la finalidad propedéutica. A partir de entonces, y de manera creciente, esta visión fue cuestionada y surgieron diferentes posturas alternativas. No obstante, todo intento de reformas educativas destinadas a cumplir con otras finalidades de la educación científica, fueron (y aún son, aunque en menor medida), fuertemente resistidas por los defensores de esta finalidad. Un ejemplo claro, son los exámenes de ingreso a las carreras científicas en

muchas universidades, fuertemente enciclopédicos, rígidos, acrílicos y enfocados únicamente a los contenidos conceptuales y acabados de la ciencia. No sólo entre los alumnos de los niveles medios de la enseñanza, sino también entre los universitarios, son pocos aquellos que pueden participar con opiniones claramente formadas (y mucho menos fundamentadas) en discusiones acerca de cuestiones como: ¿Qué es la ciencia? o ¿Cómo se influyen mutuamente la ciencia, la tecnología y la sociedad?

El enfoque propedéutico sólo persigue la enseñanza de contenidos acabados y descontextualizados, brinda una visión estática, dogmática y atemporal del conocimiento científico, y no promueve el pensamiento crítico, ni la reflexión acerca de la ciencia; en este marco la ciencia se muestra como una empresa generadora de verdades absolutas e incuestionables, a la vez que la imagen que se presenta de los científicos es la de personas «especiales», «diferentes». Por otro lado, según estadísticas de numerosos países, aproximadamente el 2% de los estudiantes de los últimos años de la escolaridad obligatoria prosiguen estudios superiores de ciencias (Acevedo Díaz, 2004); por lo que su enseñanza en la escuela estaría dirigida sólo a este breve porcentaje de alumnos.

Otra problemática que parece estar relacionada con la enseñanza de las ciencias naturales con fines propedéuticos son las actitudes negativas y el desinterés por la ciencia mostrado por los alumnos, que se incrementa y afirma a medida que crecen y avanzan en el sistema educativo. Es fácilmente observable el gran interés que los niños, desde chicos, muestran por la naturaleza en general, por los animales; por los fenómenos naturales como los relámpagos, o por los astros, pero también es evidente como dicho interés, la sorpresa y la curiosidad se reducen alarmantemente en la escuela secundaria (Vázquez y Manassero, 2008).

María Sandra Martínez Filomeno. Es profesora en Ciencias Naturales (ISP PIO XII). Lic. en Psicopedagogía (CAECE) y Magister en Psicología Educacional (UBA). Su interés se centra en el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias a partir de la reflexión sobre las Creencias que poseen los docentes acerca de la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje. Actualmente dirige el ISP Pio XII, donde se desempeñó durante varios años como profesora de Práctica de la Enseñanza y Didáctica de las Ciencias Naturales. Coautora de libros de textos y cursos de capacitación.

Fernando Schneider. Es profesor en Ciencias Naturales (ISP PIO XII). Su interés se centra en la Filosofía y la Historia de la Ciencia y su influencia en el mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Coordinador Editor del área de Ciencia Naturales de la editorial Estrada. Profesor Titular de la cátedra de Biología en el ISP PIO XII.



Si bien este problema se relaciona con diversos agentes, muchos de ellos externos a la escuela, podemos formularnos importantes interrogantes: ¿Qué puede hacerse, desde el sistema educativo en general, y desde la institución educativa y la práctica docente en particular, para contrarrestar a los factores que en parte generan y potencian este desinterés? O, lo que es realmente grave, ¿No será que la educación en ciencias naturales en la escolaridad científica obligatoria no sólo no hace nada para impedirlo sino que además lo potencia? Lamentablemente creemos que sí. Debemos poner la vista, con énfasis, en el desinterés por la ciencia que causa la misma enseñanza de las ciencias.

Entre las posibles finalidades de la educación científica, según Acevedo Díaz (2004), podemos señalar: proseguir estudios científicos, tomar decisiones en los asuntos públicos tecno científicos, trabajar en las empresas, seducir al alumnado, su utilidad para la vida cotidiana, satisfacer curiosidades personales, o bien la ciencia vista como cultura. Muchas de ellas pueden jugar un papel importante en la educación científica para la ciudadanía, por lo cual, en la formación integral de los alumnos pueden contemplarse diversas finalidades de la ciencia escolar. Si se atiende sólo a una, siempre se dejarán de lado importantes contenidos y enfoques, así como competencias e intereses de los alumnos. La sociedad actual, el papel que la ciencia juega en ella, el mundo del trabajo, el flujo de información en los diferentes medios y los desafíos que muchos problemas plantean a futuro, implican que las necesidades de formación y las competencias que deben adquirir los futuros ciudadanos sean tan complejas como variadas, por lo cual esta discusión debe ser tomada con seriedad e intentar rescatar lo mejor de cada postura para evitar las visiones parcializadas.

Así, puede perseguirse la alfabetización científica (en adelante AC) como propósito amplio de la enseñanza de las ciencias. La AC es tan importante para la formación de ciudadanos que sigan carreras científicas como para la de aquellos que no lo hagan.

No es fácil establecer qué es y qué implica concretamente la AC. Al decir de Fourez (1994), el sujeto alfabetizado científica y tecnológicamente está en condiciones de:

- *Utilizar conocimientos científicos e integrar valores y saberes para tomar decisiones responsables en la vida cotidiana.*
- *Comprender que la sociedad influye sobre la ciencia y la tecnología y éstas sobre la sociedad (una de las formas de ejercer ese control es a través de las subvenciones que se otorgan)*
- *Reconocer los límites y la utilidad de la ciencia y la tecnología en el progreso del bienestar humano.*
- *Identificar los principales constructos de la ciencia y como se llegó a ellos.*

- *Apreciar la importancia de la ciencia y la tecnología como medio de estimulación intelectual.*
- *Comprender que la producción de saberes científicos depende de los procesos de investigación.*
- *Reconocer la diferencia entre conocimiento científico y la opinión personal, sobre todo cuando se tiene que argumentar para sustentar una postura.*
- *Reconocer que el saber científico es provisorio y que está sujeto a cambio.*
- *Poseer conocimiento y experiencia suficiente para apreciar el valor de la investigación y el desarrollo tecnológico.*
- *Identificar las fuentes válidas de información para la toma de decisiones.*
- *Extraer de la formación científica una visión del mundo más rica e interesante.*
- *Poseer una visión histórica de cómo se originó y evolucionó la ciencia.*

Las metaciencias y la alfabetización científica

Eduardo Wolovelsky, en su libro «El siglo ausente» (2008), cita los siguientes párrafos de la obra de John Gribbin «Historia de la Ciencia. 1543-2001» (2002):

«La ciencia es una actividad personal. Salvo unas pocas excepciones, a lo largo de la historia los científicos han empleado sus fuerzas, no sólo por el deseo de gloria o de recompensa material, sino para satisfacer su propia curiosidad de saber cómo funciona el mundo.»

«Aunque el proceso de hacer ciencia es una actividad personal, la ciencia es en sí misma impersonal. Trata de verdades absolutas y objetivas.»

Líneas abajo, Wolovelsky afirma:

«Estas dos proposiciones condensan el núcleo en el que se sostiene hoy gran parte de la enseñanza de la ciencia. Como se supone que el conocimiento científico depende únicamente de una lógica teórica y experimental, que es independiente de otras cuestiones sociales y culturales (la ciencia trata de verdades absolutas y objetivas) entonces la formación en el campo de las ciencias naturales se debe remitir a comprender parte del corpus de teorías, leyes o principios establecidos, así como algunos aspectos metodológicos referidos al trabajo experimental. No hay ninguna otra cuestión más significativa que ésta.»

Así, en la escuela se muestra a la ciencia separada de su historia, tanto de su historia interna (las controversias entre científicos, las relaciones entre teorías, el progreso del conocimiento científico) como de su historia externa (sus relaciones con la religión, las instituciones sociales, la sociedad, la política, la economía, etc.). Se la piensa independiente de la influencia de ideologías, de luchas de poder, sin



interacciones mutuas con la sociedad, la política, los conflictos internacionales, los grupos económicos. No se atiende a sus implicancias éticas ni se repara en las consecuencias negativas que el conocimiento científico y su aplicación puede traer aparejado. Esto fomenta en los alumnos una imagen de la ciencia absolutamente deformada que lleva, muchas veces, a que crean que ésta es una especie de actividad «sobrenatural», que los científicos son personas «diferentes», contribuyendo a una concepción dogmática y mítica.

Lo expuesto hasta el momento nos lleva a la conclusión de que no es posible alfabetizar científicamente sólo desde los conceptos de la ciencia: se torna fundamental también conocer a «la ciencia», con todo lo que ello pueda implicar. Aquí es donde entran en juego y cumplen un papel fundamental las metaciencias, que tienen a la ciencia como objeto de estudio. Por lo cual nos adentraremos y reflexionaremos acerca de algunas cuestiones relacionadas con la filosofía y la historia de la ciencia que en el aula pueden ser importantes aportes para la reflexión, tales como la concepción de ciencia, el método científico y los estudios de casos de historia de la ciencia.

Las metaciencias pueden y deben ser aprovechadas como importantes medios para procurar una concepción más humanizada y contextualizada de la ciencia; imprescindible para una educación científica significativa, que promueva el pensamiento crítico y autónomo y permita el ejercicio de la ciudadanía en las sociedades actuales.

Es difícil negar las particularidades de la práctica científica, ni que ésta es un modo particular de conocer el mundo, una actitud hacia él, pero sí es muy importante discutir acerca de cuáles son dichas particularidades. Además de la rigurosidad, la crítica y la revisión de los conceptos de la ciencia, el denominado *ethos* científico, el conjunto de normas y valores compartidos por la comunidad científica, entre otros se constituyen en temas interesantes para discutir en clase y generar en los alumnos el pensamiento reflexivo.

Es fundamental fomentar la discusión y la reflexión en estos aspectos y otros relacionados, y la escuela es un ámbito propicio para plantear discusiones y problemas a cerca de la ciencia. Esta reflexión acerca de la ciencia, de la práctica científica, del conocimiento científico en general y de la comunidad científica, así como de las relaciones entre la ciencia, la sociedad y la tecnología son pilares fundamentales de la alfabetización científica. En la escuela, deben promoverse debates, reflexiones y discusiones acerca de la ciencia y sus implicaciones, así como también su difusión en los medios con que se cuenta (periódicos escolares, cartas a centros de investigación, redes sociales en Internet, debates, etc.).

Otro aspecto a analizar es la manera en que los medios de comunicación social se expresan en relación a la ciencia. Por ejemplo, no es raro escuchar o ver en diferentes medios, muy concretamente por ejemplo en el publicitario, expresiones como «la ciencia de la cosmética», «tratamiento científico de las arrugas» o «la ciencia de la limpieza profunda», etc. Las expresiones científicistas, hoy muy frecuentes principalmente en sectores extracientíficos, deben ser advertidas y analizadas en el aula. De esta manera la escuela contribuye a evitar una visión deformada de la ciencia hoy fuertemente arraigada en los estudiantes y en la imagen popular de la ciencia: infalible, incuestionable y una autoridad implacable en cuestiones de conocimiento. Es importante desmitificar esta idea si queremos que los alumnos tengan una participación en temas científicos de implicancia social, y generar en ellos el pensamiento crítico y reflexivo, para que puedan participar en una sociedad democrática impregnada por la ciencia y la tecnología. Esta problemática puede constituirse en una interesante y poderosa herramienta para el debate en el aula, y para que desde ese lugar de extranjería de la ciencia se la pueda pensar, criticar y cuestionar.

¿Qué es la ciencia?

Si se le pregunta a los alumnos acerca de qué creen que es la ciencia, muy probablemente ofrezcan opiniones deformadas de la misma, influenciada como señalamos líneas arriba por los medios y la opinión popular. Muchos profesores de ciencias o estudiantes de carreras científicas posiblemente muestren un problema similar, en otro nivel y con otras implicancias.

David Lindberg, en su libro «Los inicios de la ciencia occidental» (2002), comienza su primer capítulo analizando algunas posibles definiciones. Puede observarse una variedad de cuestiones que Lindberg toma en cuenta para dar diferentes definiciones de ciencia, una de ellas vincula a la ciencia con la técnica y la tecnología; otra centrada en la estructura de los enunciados y las teorías científicas, pero también brinda definiciones basadas en el contenido de las disciplinas, en las características del conocimiento científico (rigurosidad, objetividad, etc.), en el método experimental, etc.

Creemos que no es posible una definición de ciencia que satisfaga a todos, incluso a los alumnos, y esto es quizás lo más interesante y rico de este tema. En la escuela no se debería imponer una definición, sino promover la reflexión acerca de la ciencia científica para tratar de generarla en el aula como producto del análisis, el debate, la reflexión, los ejemplos, los hechos científicos y la historia de la ciencia, etc. Consideramos que una estrategia





adecuada para el logro de estos objetivos, es ofrecer a los estudiantes una lista de definiciones de ciencias y a partir de ellas generar el cuestionamiento.

El «método científico». La necesidad de terminar con el dogma.

Generalmente, y en ámbitos como la escuela y hasta en ciertos casos en las universidades, el método científico es expuesto como una serie de pasos incuestionables que todos los científicos siguen para llegar a un conocimiento riguroso y objetivo, y por lo tanto sólido y confiable (ver artículos en números anteriores de *Biológica*).

El método científico no debería ser un tema a desarrollar en el aula por los docentes sin reflexionar a cerca de él, analizarlo críticamente y poner en juego ejemplos de la historia de la ciencia; así como favorecer la reflexión metodológica de modo trasversal al tratamiento de los contenidos científicos a lo largo de todo el año escolar.

Es necesario terminar con la idea dogmática de método científico y flexibilizar los «pasos» en que se lo presenta, así como debe quedar claro la existencia de una pluralidad metodológica. En el primer sentido, para «flexibilizar los pasos», consideramos que puede ser útil analizar y cuestionar «pasos» como el de observación, que en realidad se refiere a cualquier modo en que los investigadores se topan con un fenómeno a investigar, o bien el de experimentación, en tanto ésta se refiere a la contrastación de hipótesis en un sentido mucho más amplio (no todas las ciencias naturales son experimentales, como es el caso de las cosmología o la paleontología).

En síntesis, pensamos que es importante que el concepto de método científico sea desmitificado, tratado a lo largo de la cursada de las distintas asignaturas, primando la flexibilidad y pluralidad metodológica. Esto no significa posicionarse en un anarquismo metodológico ni en el desprecio por los métodos, por el contrario, significa sostener que muchos métodos son o pueden ser científicos. En ciencia, aceptar algo dogmático y acriticamente es ir en contra de uno de los pilares del espíritu científico. En la ciencia escolar, esto equivale a fomentar en los alumnos una idea incuestionable de la ciencia y aceptarla pasiva y acriticamente, por lo que la idea de AC y educación para la ciudadanía, sería una contradicción.

La utilización de estudios de caso para integrar la historia de la ciencia a la enseñanza

Los constructos de la ciencia son siempre validados en contextos históricos y a través de ellos. Además de tratar la historia de la ciencia de manera

transversal y continua a lo largo de las materias de ciencias, contextualizándola histórica y socialmente; creemos que también los estudios de caso pueden ser importantes recursos para aplicar la historia de la ciencia a la enseñanza y lograr una educación científica escolar significativa que facilite la alfabetización científica.

El estudio de casos de la historia de la ciencia puede aplicarse para analizar hechos concretos de su historia, como descubrimientos corroborados, teorías refutadas e ideas erróneas o sostenidas autoritariamente, etc. (de acá en más utilizaremos como ejemplo a los descubrimientos científicos). Si el estudio de casos es planteado por el profesor como un trabajo práctico, es fundamental dejar que los propios alumnos seleccionen el descubrimiento a estudiar, para garantizar la significatividad del trabajo. Otra manera de trabajar con estudios de casos son las narraciones de los docentes. Además, estos permiten trabajar acerca de un problema central para muchos historiadores y filósofos de la ciencia, el de lograr una síntesis entre el internalismo y el externalismo. Esta síntesis, que está lejos de alcanzarse en gran parte del ámbito académico (por diferentes motivos), puede construirse sin embargo en la escuela, ya que los alumnos poseen menos prejuicios o simpatías con sólo algunas corrientes de pensamiento que los estudiosos.

Al utilizar el estudio de un caso de la historia de la ciencia, es primordial tener en cuenta:

- 1) Los antecedentes históricos y estado de la cuestión (al momento del descubrimiento) de los conocimientos científicos directamente relacionados con el tema específico del descubrimiento.
- 2) El panorama general del conocimiento científico en la disciplina que corresponda, al momento del descubrimiento.
- 3) El desarrollo teórico del descubrimiento en cuestión, la forma en que se llegó a él y sus principales implicancias en el campo de la ciencia.
- 4) La biografía del investigador que realiza el descubrimiento, teniendo especial consideración a los aspectos generales de su infancia, adolescencia y juventud, y no sólo a su desarrollo profesional.
- 5) El contexto histórico general, social, tecnológico, económico y político de la época del descubrimiento, en la región del investigador y en el mundo. Esto no sólo se debe remitir al momento del descubrimiento sino que se debe extender hasta las raíces de cuestiones sociales imperantes en la época, si así hiciera falta.
- 6) Las cosmovisiones, las influencias religiosas, institucionales y las connotaciones filosóficas principales de la época del descubrimiento.

Los tres primeros puntos, hacen referencia a cuestiones internas de la ciencia, estudiadas típicamente por las posturas más internalistas de la reflexión sobre la ciencia. Permiten principalmente

ver sus características en cada momento histórico, y compararlas con las de otros tiempos, adentrarse en las características de la actividad científica y de los científicos mismos, las metodologías empleadas, etc. Todas se constituyen como puntos de referencia para analizar la ciencia en la actualidad y conocerla de forma más significativa. Por otra parte, los tres últimos puntos tratan de cuestiones contextuales externas a la ciencia, que por lo general son consideradas en las versiones más externalistas. Al atender a ellas, se puede ver cómo la actividad científica está relacionada e influenciada por múltiples factores sociales, y hasta qué punto el contexto puede favorecer o limitar no sólo a los descubrimientos sino también a la aceptación o no de determinadas ideas, a cómo la vida de los investigadores moldea en parte muchas de sus características y temas de interés, etc.

Al considerar los factores señalados en un mismo trabajo o en el tratamiento de un tema, puede construirse en él una especie de síntesis entre el internalismo y el externalismo para dar una visión significativa más cercana a la realidad acerca de la ciencia. De este modo, se facilita la adquisición por parte de los alumnos de muchas de las competencias que requiere la AC.

Ciencia, Tecnología y Sociedad

Antes de hacer hincapié en el enfoque CTS, es imprescindible referirnos al enfoque CTS, del cual la UNESCO ha afirmado que debería orientar la enseñanza de la ciencia en la actualidad. Al presente, no puede desconocerse la fragmentación en el modo en que se plantea su enseñanza. Esto muestra, entre otras cosas, que no es tomado en consideración el eje histórico, y que si se atiende a la historia de la ciencia se lo hace desde una visión acumulativa de hechos positivos.

Un punto importante que no podemos dejar de considerar es el referido a las concepciones que el docente posee acerca de la ciencia (quizás por su escasa formación epistemológica), la enseñanza y el aprendizaje; así como a los conocimientos disciplinares y pedagógico-didácticos adquiridos tanto en la escolaridad obligatoria como en su formación docente de grado. Es decir, aquello que el docente ya sabe, porque lo aprendió de un modo particular relacionado a cómo se le enseñó, se constituye en su «terreno conocido» donde se siente seguro, firme, allí donde puede «pisar con confianza». Sin embargo, en mayor o menor medida, estas concepciones suelen constituirse en un obstáculo para la enseñanza porque son resistentes al cambio y dificultan el replanteo de lo epistemológico, psicológico y pedagógico didáctico, así como del conocimiento disciplinar. Nótese, que no estamos

haciendo referencia a lo que no sabe, sino a aquello que sabe; esta noción es la que Bachelard (1987) definió como obstáculo epistemológico.

Otras razones que desde la práctica docente pueden obstaculizar la enseñanza están centradas en la forma de plantear las actividades experimentales y la poca experiencia de trabajo en laboratorio; el uso infrecuente de situaciones problemáticas como estrategia didáctica, la necesidad de actualización de contenidos relacionados con la Ciencia del Siglo XXI, las dificultades para organizar y priorizar los contenidos del área, así como la aplicación del enfoque sistémico a su tratamiento.

Un aspecto importante para pensar es aquello que señalan Daniel Gil y otros (1991), y que comparten Rafael Porlan y Ana Rivero (1998) respecto de los conocimientos y las competencias necesarias para enseñar ciencias, y que sintetizamos brevemente a continuación: tener conocimientos de la historia de la ciencia; conocer y comprender las principales orientaciones metodológicas que se emplean para arribar al conocimiento científico; poder visualizar y comprender las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad vinculadas tanto con el trabajo de los científicos y sus descubrimientos y desarrollos como con los usos peligrosos o potencialmente peligrosos de ellos; poseer cierto nivel de conocimiento de los últimos desarrollos de la ciencia de modo de no transmitir una visión estática y acabada de la misma y saber seleccionar contenidos no sólo significativos desde lo conceptual, sino que logren dar una visión de la ciencia como construcción humana y que a la vez puedan ser abordados por los alumnos de diferentes edades.

A partir de estas consideraciones generales retomamos el enfoque CTS. Su origen se puede enmarcar en la década de los sesenta en el campus universitario (en EEUU). Uno de los hechos determinantes es que la Unión Soviética toma la delantera en la carrera espacial con el lanzamiento del Sputnik, y Estados Unidos replantea la enseñanza de la ciencia, iniciándose así una era de programas científicos innovadores en la escuela. Es así que en los años 80 se comienza a observar la presencia del enfoque CTS en la escuela secundaria en este país.

El propósito principal es promover la AC, con el fin que los ciudadanos puedan participar en el proceso democrático de toma de decisiones y así promover la acción ciudadana en la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología. La formación de ciudadanos científicamente cultos implica enseñarles a desmitificar y decodificar creencias con respecto a la ciencia, los científicos, la neutralidad, entre otras.





Si el objetivo es formar una ciudadanía alfabetizada científicamente, es necesario preguntarse qué estrategias y actividades proponemos a los estudiantes, que permitan lograr una formación de calidad en la escolaridad obligatoria que le posibilite a futuro intervenciones ciudadanas eficaces; lo cual demanda la adquisición de competencias democráticas.

Al hablar de competencia, ésta se entiende como la capacidad de un sujeto de dar una respuesta eficaz de cara a un conjunto de situaciones que acontecen en el contexto donde se encuentra inmerso. Algunas de las que consideramos necesarias trabajar en el área de ciencias hacen a competencias informativas, argumentativas y comunicativas, las que son esenciales para favorecer el diálogo, la construcción de opiniones fundamentadas y la toma de decisiones; la resolución de problemas; y críticas esenciales para desarrollar una conciencia crítica, entendida como la capacidad que posee una persona de preguntarse y cuestionarse respecto de las explicaciones y valoraciones que recibe; y hace al desempeño de una ciudadanía activa y crítica.

El conjunto de competencias a las que hemos hecho referencia, permiten adquirir una actitud frente a la vida que impulsa a las personas a formularse preguntas y a buscar respuestas. En esa búsqueda se pueden reconocer cuatro niveles:

- *Conocer: implica acceder al lenguaje y poder utilizarlo, tenerlo como clave para la lectura.*
- *Decodificar: requiere conocer los procesos y métodos que se utilizan en la ciencia.*
- *Actuar: requiere poseer un conocimiento crítico que permita acceder a las consecuencias a través de las preguntas por lo fines: incluye la dimensión social, económica, tecnológica, humana y ética.*
- *Desmitificar: implica preguntarse por cuestiones epistemológicas que se relacionan con la naturaleza de la ciencia: objetividad, neutralidad, corrección.*

Por otra parte, para enseñar ciencia atendiendo a estos enfoques al momento de seleccionar y secuenciar los contenidos, se ha de atender a que éstos posibiliten a los estudiantes:

- *Adquirir una visión de la ciencia como construcción social; para lo cual es necesario tener en cuenta que la ciencia involucra un conjunto de conocimientos estandarizados y una práctica social que les permita actuar con el fin de resolver problemáticas que acontecen en la vida cotidiana, en tanto un conjunto de conocimientos estandarizados y una práctica social.*
- *Conocer sus códigos y formas de validación con el fin de poder utilizarlos.*

- *Tomar conciencia que la observación es siempre selectiva, la comprensión intencionada y la interpretación construida.*

- *Poder elaborar representaciones (modelos) adecuadas sobre la realidad; es decir islotes de racionalidad, definidos según Fourez (1994) como un conjunto de contenidos que pueden aislarse proyectando una significatividad concreta. Un islote permite designar una realidad teórica multidisciplinaria sobre situaciones o nociones y elaborar un modelo o representación adecuado de un concepto, situación o proyecto de modo tal que podamos comunicarnos y actuar sobre él. La construcción de islotes de racionalidad posibilita el aprendizaje de competencias democráticas y por ende manejarnos con cierta autonomía, para dialogar, negociar con otros y dejar la representación abierta a posibles modificaciones.*

- *Comprender la relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad.*

Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente

La didáctica de la ciencia ha propuesto para el mejoramiento de la enseñanza la perspectiva CTSA, cuyo propósito central es promover la AC de todos los ciudadanos. Los problemas socio-ambientales se incorporan a los contenidos científicos, los que entre otras cosas, acercan aún más la enseñanza de las ciencias a la vida de los alumnos, por lo que significa la valoración afectiva de los objetos de análisis.

Se puede decir que este enfoque constituye: un campo de estudio e investigación que permite que el estudiante comprenda la relación de la ciencia con la tecnología y su contexto socio-ambiental; una propuesta educativa innovadora que persigue como finalidad la formación de conocimientos y valores que favorezcan la participación ciudadana en la evaluación y el control de las implicaciones sociales y ambientales, así como una línea de investigación en didáctica de las ciencias que ha propiciado la reflexión sistemática acerca de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la ciencia promoviendo el cambio de roles que asume el alumno y el docente en el contexto de aula.

Por lo tanto, un propósito central de la aplicación del enfoque CTSA es promover a través de la alfabetización científica tecnológica un cambio de actitud en los participantes en el acto educativo. Para alcanzarlo, es necesario: la creación de climas estimulantes que puedan generar el gusto por aprender, así como de profesores atentos a las fronteras de la ciencia y dispuestos a integrar nuevos conocimientos y estrategias que permitan el logro de competencias informativas, divulgativas y comunicativas.

Desde este enfoque es necesario atender especialmente al rol del alumno y al del docente. El primero debe ser estimado como un sujeto crítico en formación que se prepara para ejercer su ciudadanía en una sociedad que se advierte, cada vez más, influenciada por los desarrollos científicos y tecnológicos. El docente, por su parte, es considerado un profesional crítico, comprometido en no descuidar «lo social» de la ciencia; que es capaz de construir estrategias pedagógicas que posibiliten en el alumno el desarrollo de la responsabilidad en la toma de decisiones como futuros ciudadanos; un intelectual que asume el rol de investigador en el aula a propósito de las relaciones CTSA y que involucra la comprensión dialéctica entre los aportes de la epistemología, la sociología de la ciencia y el desarrollo de los movimientos sociales y ambientalistas. A su vez, es el encargado de construir en el aula un clima adecuado que posibilite la participación y la autonomía.

En cuanto a los contenidos más factibles de seleccionarse atendiendo al enfoque CTSA, pueden mencionarse el hambre en el mundo y los recursos alimentarios, el crecimiento demográfico, la calidad del aire, los recursos de agua, la tecnología de guerra, la pérdida de la diversidad biológica, el uso del suelo, etc. Sin embargo, más importante que sugerir contenidos es considerar algunos criterios para seleccionarlos, que presentamos como interrogantes:


- *¿Se puede aplicar a la vida actual de los estudiantes?*
- *¿Es adecuado al nivel desarrollo cognitivo y la madurez social de los estudiantes?*
- *¿Pueden los estudiantes utilizar sus conocimientos en contextos diferentes a donde los aprendieron?*
- *¿Es un tema que despierte interés y entusiasmo en los estudiantes?*
- *¿Su relevancia permite que sea un tema vigente en la actualidad y en el futuro?*

En su implementación pueden ponerse en juego numerosas estrategias, no necesariamente exclusivas del mismo. Se considera apropiado plantear, por ejemplo: trabajos en pequeños grupos, trabajos en red o cooperativos, resolución de problemas que permitan la toma de decisiones en forma consensuada y razonada; estudios de casos, debates, participación activa en la comunidad, pasantías en empresas y centros de trabajo, casos simulados, etc.

Si pensamos en las actividades, se requiere tomar en consideración la necesidad de una fuerte implicación personal de las personas intervinientes en el proceso, con el fin de desarrollar programas de enseñanza que se focalicen en los centros de interés de los estudiantes y en los conocimientos que se

Figura 1: Los viajes espaciales y las naves no tripuladas que nos acercan a otros mundos constituyen uno de los logros más sublimes de la humanidad. El ser humano se encuentra por primera vez en su historia condiciones no sólo de observar los astros sino de acercarse a ellos...volver a caminar... o quizás habitarlos... Sin embargo, también necesitamos bajar la vista a nuestro mundo, reflexionar ¿Qué estamos haciendo con él? ¿Qué le dejaremos a las futuras generaciones? Quizás podamos aproximarlas aún más hacia otros mundos, quizás no, pero debemos asegurarles que puedan sobrevivir sobre éste, nuestro único hogar. Las relaciones CTSA pueden acercar a los estudiantes al mundo de la ciencia y a sus relaciones con la sociedad, la tecnología y su ambiente natural y cultural, integrándolo al contexto de sus vidas y de su futuro. © NASA.





estimen esenciales para la formación de un ciudadano crítico y responsable. Por ejemplo para la presentación de un caso simulado es oportuno: realizar una elección cuidadosa del material, por ejemplo una noticia acerca de un problema socio-ambiental de interés para los estudiantes; presentar la noticia; identificar clara y concisamente los contenidos de la ciencia involucrados en el problema; realizar un diagnóstico de los conocimientos previos que poseen los alumnos respecto del problema; identificar los actores intervinientes en la controversia contenida en la noticia y finalmente organizar los grupos que representen a los actores identificados, quienes deben consultar diferentes materiales para construir la argumentación que utilizarán en el debate. Al docente, en este caso, le concierne orientar la selección de información relevante y la construcción de los argumentos.

Al momento de la elaboración de actividades desde el enfoque CTSA, es importante atender en líneas generales que éstas faciliten: promover el desarrollo de puntos de vista equilibrados, de modo que los estudiantes se encuentren en condiciones de elegir a partir del conocimiento de las diferentes posiciones (entre ellas la del profesor); ejercitar a los estudiantes en la toma de decisiones en la solución de problemas; que promuevan la acción responsable, alentando a los estudiantes a comprometerse en la acción social, tras haber considerado sus propios valores y los efectos que pueden tener las distintas posibilidades de acción; favorezcan la integración, guiando al alumno hacia la adquisición de visiones más amplias respecto a la ciencia, la tecnología, la sociedad donde se incluyan cuestiones éticas y valores y finalmente, que promuevan la confianza en la ciencia, en el sentido que los estudiantes sean capaces de usarla y entenderla en el marco de CTSA.

Desde la perspectiva CTSA, para comprender el aprendizaje, se puede tomar en consideración la denominada espiral de responsabilidad de WAKS, en la que se diferencian cinco fases sucesivas:

- Auto comprensión: el que aprende considera sus necesidades, valores, planes y responsabilidades.
- Estudio y reflexión: el estudiante toma conciencia y conocimiento de la ciencia y la tecnología y sus impactos sociales. En este proceso se articulan cuestiones de las ciencias naturales, la matemática, la tecnología y las ciencias sociales.
- Toma de decisiones: el alumno aprende acerca de la toma de posiciones y de la necesidad de negociación, que viabilicen a futuro tomar realmente decisiones y defenderlas con razón y evidencia.
- Acción responsable: el estudiante planifica y lleva a cabo la acción en el plano individual y colectivo.

- Integración: se debe acercar al tratamiento de valores personales y sociales.

Sin embargo, es necesario señalar que a pesar de las implicancias que supone para el aprendizaje atender al enfoque CTSA, existen ciertos obstáculos para su aplicación en el aula que deben ser debidamente considerados, entre ellos: la especialización disciplinar que reciben los docentes en su formación de grado y han de enfrentarse a la formación multidisciplinar e interdisciplinar que se requiere la perspectiva CTSA; las concepciones previas que tanto docentes como estudiantes poseen sobre la ciencia, los científicos, los métodos, etc.; las escasas investigaciones que ofrecen resultados claramente positivos respecto a la enseñanza desde la perspectiva CTSA; el temor de los profesores a perder su identidad como iniciadores de los alumnos en el estudio de la ciencia. También debe indicarse que el número de conceptos científicos trabajados puede ser menor y quizás comprometer de alguna manera los estudios posteriores.

Por último, nos parece importante resaltar que es necesario tomar conciencia de que el cambio en la enseñanza de la ciencias empieza por el replanteo que cada uno de nosotros haga respecto a cómo (proceso de enseñanza) está enfrentando la tarea de educar. Los grandes cambios siempre requirieron de personas comprometidas y que en numerosas oportunidades se encuentran sin el apoyo del contexto político, social y económico. La crisis de la enseñanza de las ciencias se podrá superar cuando se dé el primer paso, éste significa reflexionar acerca de las concepciones o representaciones que tenemos sobre la ciencia, el aprendizaje y la enseñanza que fuimos construyendo en nuestro transitar por los distintos niveles educativos. Esas concepciones merecen ser repensadas en tanto, en incontables oportunidades se convierten en obstáculos que no posibilitan el cambio de cosmovisión en la enseñanza de las ciencias.

Como complemento de esta nota los lectores pueden acceder a una entrevista que le realizó el Boletín Biológica a los autores, en la cual cuentan vivencias personales referidas a la enseñanza de la biología y otros detalles de interés.

La entrevista se puede descargar de:
www.boletinbiologica.com.ar

Bibliografía:

Acevedo Díaz, 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*. 1 (1), pp. 3-16.

Bachelard, G. (1987). *La formación del espíritu científico*. México: Siglo veintiuno.

Fourez, G. (1994). *Alfabetización científica tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Ediciones Colihue.

Gil, D. y otros. (1991) *Cuadernos de Educación: La enseñanza de las ciencias en la escuela secundaria*. Barcelona: ICE/Horsori.

Lindberg, D. (2002). *Los Inicios de la Ciencia Occidental*. Barcelona: Paidós Ibérica.

Membiela, P. (2001). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología - Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea.

Porlan, R. y Rivero A. (1998). *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: DIADA editorial. Serie Fundamentos.

Vázquez, A. y Manassero, M. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 5 (3), pp. 274-292.

Wolovelsky, E. (2008). *El Siglo Ausente*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.

VOLVER AL INDICE

HUMOR

por Eduardo de Navarrete

