

ENFOQUE CTSA Y LLUVIA ÁCIDA: APRÓXIMACIÓN A LA QUÍMICA PARTIENDO DE UNA CUESTIÓN SOCIO-CIENTÍFICA¹

Mauricio Mancipe² mauricio4_52@hotmail.com

Resumen

En este artículo se presenta una revisión del enfoque CTSA, resaltando aspectos históricos y su evolución, orientando, mediante cuestiones socio-científicas, la inclusión de este movimiento en las clases de química, con el fin de abordar, utilizando la temática de la lluvia ácida, aspectos de interés para la química y otras áreas del conocimiento tales como las ciencias sociales, interrelacionando los impactos que se generan ya que este fenómeno se produce en la atmósfera como consecuencia de la emisión de gases de efecto invernadero. El trabajo no es aplicable únicamente a nivel escolar, puesto que la propuesta CTSA, permite abordar distintos tópicos disciplinares, desde alguna cuestión o problemática socio-ambientalmente relevante.

Palabras clave

Enfoque CTSA, cuestiones socio-científicas, lluvia ácida, química y cotidianeidad, enseñanza de la química

¹Trabajo realizado en el Seminario Pedagogía y Didáctica III en II-2011.

²Estudiante del Departamento de Química de la UPN

Introducción

Como plantean Zenteno y Garritz (2010), *“CTS se basa en el desarrollo de actividades enfocadas hacia ‘la toma de decisiones sobre aspectos sociales del mundo-real que tienen un contenido importante de ciencia y de técnica’*, por lo cual, en este trabajo se ha seleccionado una problemática que atañe a todas las personas sin excepción alguna como lo es la lluvia ácida. Además de esto, el enfoque CTSA propende por el desarrollo de intereses y actitudes favorables hacia la ciencia; de esta manera aquí se busca no solamente al aprendizaje de algún concepto específico de la química, sino promover en los estudiantes interés por el estudio de la química a partir de cuestiones socio-científicas, como expone Fernández (2003), citado en Martínez y Torres (2011), *“Uno de los principales inconvenientes en la enseñanza de las distintas disciplinas es la falta de conexión de los conceptos orientados hacia problemas de la realidad social, por lo que los estudiantes manifiestan aprender distintos tipos de conocimientos sin aplicabilidad alguna a su cotidianidad”*

Con base en lo anterior, la revisión de cuestiones socio-científicas desde el enfoque CTSA es clave para aproximar el currículo, en ciencias, a la realidad social y ambiental de los estudiantes, teniendo en cuenta que *“a diferencia de los problemas de contenido científico, los problemas socio-científicos están sujetos a debate desde diferentes perspectivas y pueden proponerse diversas soluciones en donde el razonamiento de los estudiantes juega un papel fundamental.”* .Zenteno y Garritz (2010)

En este orden de ideas, para poder llevar a cabo esta inmersión del enfoque CTSA y de las cuestiones socio-científicas en la enseñanza de la Química, se tienen en cuenta los planteamientos de Leach y Scott (2002), quienes resaltan la importancia del papel del profesor, indicando metas en una secuencia que debe ser llevada a cabo:

- Identificar el conocimiento de ciencia escolar que se va a enseñar.

- Tomar en cuenta cómo esta área de la ciencia es conceptualizada en el lenguaje social cotidiano de los estudiantes.
- Identificar la “demanda de aprendizaje”, al considerar la diferencia entre los primeros dos puntos mencionados anteriormente.

En consecuencia, se considera que es de vital importancia tener en cuenta el contexto en el cual este trabajo pretender ser desarrollado, y aunque la cuestión socio-científica seleccionada puede ser abarcada desde distintos niveles de complejidad, en esta propuesta se valora la importancia de la contaminación causada por gases de efecto invernadero, llevado a un contexto de educación secundaria (desde grado noveno); lo anterior se acopla al currículo manejado por las distintas instituciones. Así, en conformidad con los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias (MEN, 2004), con este trabajo se busca “comparar los modelos que sustentan la definición ácido-base”, relacionando con la “descripción de procesos físicos y químicos de la contaminación atmosférica”.

De esta manera, se espera que los estudiantes, en el marco de las cuestiones socio-científicas, sean capaces de identificar y argumentar por qué los gases contaminan la atmósfera, relacionándolo con las reacciones químicas allí dadas y todo lo que conlleva el estudio de esta problemática, además de tener en cuenta el contexto social en el cual se da el fenómeno (ciudades con grandes emisiones de gases por industrias, por ejemplo).

Teniendo en cuenta lo anterior, el estudio de las reacciones químicas desde esta perspectiva, permite desarrollar en los estudiantes, no sólo el entendimiento de los contenidos disciplinares, sino también formarlos como ciudadanos socialmente responsables, permitiendo complejizar el tipo de relaciones que se establecen en los modelos tradicionalistas mono-disciplinares, pues al tratar con cuestiones socio-científicas se espera el establecimiento de relaciones interdisciplinarias en las que, no solamente la química explica el fenómeno, sino que se apoya en aspectos sociales y culturales para dar más sentido y contextualizar su estudio.

Fundamentación Teórica

Los términos ciencia, tecnología y sociedad son, en sí mismos, complejos y dan lugar a intrincadas definiciones como conceptos aislados, y más aún, en sus derivaciones por pares: ciencia-tecnología, tecnología-sociedad, ciencia-sociedad. Por lo anterior, muchos docentes pioneros se aventuraron a establecer una relación entre ellas, y es así como en los años 80, se comienza a observar la utilización del enfoque CTS en la escuela secundaria en los países industrializados.

Aikenhead (2003) expone que para dicha época, la educación CTS enfrentaba visiones confrontadas en asuntos tales como: el propósito de las escuelas; las políticas del currículo; la naturaleza del currículo de ciencia; la enseñanza y la evaluación; el papel de los profesores; la naturaleza del aprendizaje; la diversidad de educandos, y qué significa 'ciencia'. Además de esto, la educación requería un cambio debido a todo lo que se reflejaba en los cambios sociales, los grandes avances científicos y el fenómeno de la industrialización, para lo cual se esperaba un cambio radical en los currículos en ciencias; mientras todos estos cambios sociales se daban a gran velocidad, los académicos se preocupaban sobre cómo hacer que la educación jugase un papel importante en la formación de futuros ciudadanos; lo anterior lo presenta Gallagher (1971), planteando que *"para futuros ciudadanos en una sociedad democrática, comprender la interrelación entre ciencia, tecnología y sociedad puede ser tan importante como entender los conceptos y los procesos de la ciencia."*

Así, empezó a buscarse la forma de incorporar los aspectos anteriormente planteados en el currículo de ciencias, simultáneamente se ponían en marcha diversos proyectos en el mundo, como el *Synthesis* y *Sputnik*. De esta forma, después de una amplia revisión por parte de la comunidad de investigadores, preocupada por la situación, se destaca el trabajo de John Ziman (1980) *Teaching and Learning about Science and Society*, al cual Aikenhead (2003), quien establece como lectura obligada para los educadores en ciencia de todas partes. Lo anterior refleja la fuerza que empezó a tomar el enfoque CTS no sólo en la educación sino también en la sociedad.

Después de surgir las relaciones CTS, empezaron a ser fuertemente consideradas por la importante visión que presentaba de la tecnología, ya que dejaba de lado la visión de una ciencia aplicada y dejaba en claro que ciencia y tecnología crecen juntas (Aikenhead, 2003), incluso teniendo en cuenta que muchos académicos no le veían un futuro promisorio al enfoque, y algunos tradicionalistas que aún poseían la percepción de una ciencia académica, mostraban inconformismo con la inclusión de la tecnología.

Sin embargo, al hacer una revisión a los trabajos de Fensham (1985; 1990), se encuentra que la evolución de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, crecían rápidamente; por tanto, cambios importantes empezaron a hacerse evidentes en aspectos como la evaluación de los contenidos, haciendo referencia a la selección de problemáticas socialmente relevantes (ahora conocidas como cuestiones socio-científicas).

De acuerdo con Acevedo (2000), las relaciones CTS juegan un papel trascendental en la enseñanza de las ciencias, ya que, basándose en modelos constructivistas de enseñanza, incluyen dimensiones actitudinales y axiológicas. Además que este autor, en uno de sus numerosos trabajos, habla sobre las creencias entorno a la CTS, enmarcando cinco aspectos que considera fundamentales para trabajar desde el enfoque CTS: (a) Naturaleza de la ciencia, (b) Naturaleza de la tecnología, (c) Historia de la ciencia y de la tecnología (d) papel de la ciencia y la tecnología en la resolución de los problemas sociales y, (e) Estereotipos de género en ciencia y tecnología.

Actualmente, las cuestiones socio-científicas pretenden reunir dichos elementos expuestos por Acevedo; de acuerdo con esto, es importante resaltar que cuando se habla de cuestiones socio-científicas, se habla de un contexto en el cual está inmersa la problemática que es estudiada, pero aunque una cuestión de esta índole tiene un carácter global, dependerá en esencia de su contexto local; de este modo, no es lo mismo comparar un trabajo sobre cuestiones socio-científicas como el de Martínez y Torres en 2011, sobre las implicaciones socio-científicas de los xenofóbicos en educación superior, a uno realizado por algún otro investigador en un país industrializado.

En diversos trabajos realizados en torno a las cuestiones socio-científicas, se habla de *“la formación de ciudadanos críticos dotados de conocimientos y capacidades que les permitan participar responsablemente en la toma de decisiones en una sociedad democrática”* (Torres, 2010).

Desde las diferentes posturas de los autores, se entiende como cuestión socio-científica una problemática particular que sea posible de abordar desde la ciencia y desde otras áreas del conocimiento, ya que genera controversia en la sociedad e impacta en distintas dimensiones la forma en la cual vivimos, además de propiciar el debate en los que se involucran valores y actitudes; así *“la utilización de cuestiones socio-científicas permite confrontar creencias personales sobre temáticas propuestas desde diversos puntos de vista con planteamientos científicos.”* (Torres, 2010).

Teniendo en cuenta la postura de Torres (2010), y partiendo de lo planteado por Ravetz (1997), los problemas socio-científicos se pueden referir a problemas socio-ambientales, en los que se da la posibilidad de argumentar, desde distintos puntos de vista, debatir y tomar decisiones.

Implicaciones pedagógicas y didácticas de la implementación del enfoque CTSA en la enseñanza de la química

Se considera que este enfoque aporta una diversidad de elementos importantes en torno a la enseñanza de las ciencias, y en este caso particular de la química, ya que aborda los aspectos disciplinares desde una perspectiva que engloba una variedad relevante de criterios que propenden, no sólo por la apropiación del concepto disciplinar, sino por el entendimiento de dicho concepto mediante una problemática real, que afecta distintas dimensiones, tanto sociales, culturales y ambientales.

De este modo, la implementación del enfoque mediante cuestiones socio-científicas, permite que tanto estudiante como profesor, encuentren más sentido al estudio de la química, y se intere-

sen por entender y explicar, desde la química, fenómenos de la realidad social y ambiental en las que se vive en esta época.

Además de lo anterior, el trabajo con los estudiantes se ve enriquecido gracias a la posibilidad de abordar el fenómeno de estudio, en este caso la lluvia ácida, desde distintos campos de estudio, pero todos inmersos en la misma problemática socio-ambiental, estrechando relaciones entre disciplinas tales como la química, la biología, las ciencias sociales y la física, favoreciendo la interdisciplinariedad y el trabajo en equipo.

Otro aspecto que merece ser mencionado, es que cuando se abordan contenidos disciplinares específicos mediante las cuestiones socio-científicas, se crea un interés y una motivación, tanto en el profesor como en los estudiantes, por aprender y estudiar la química, se establecen puntos de partida, dejando de lado la imagen aislada, algorítmica y elitista de la ciencia que aún existe en la comunidad académica.

En relación con lo anterior, cuando se logra cambiar dicha imagen “errónea” de ciencia (*química*), los estudiantes mediante el enfoque CTSA y las cuestiones socio-científicas son capaces de tomar decisiones, ser ciudadanos socio-ambientalmente conscientes, quienes no verán los contenidos de la química exclusivos al salón de clases o al laboratorio, generando una habilidad de argumentar problemáticas sociales relacionadas con la ciencia.

Con base en lo anterior, se propuso inicialmente trabajar el tema de estequiometría de las reacciones, partiendo de una cuestión socio-científica como lo es la lluvia ácida; para lo cual es importante contextualizar a los estudiantes sobre qué es lo que produce la lluvia ácida y cuál es el proceso químico que se da en la atmósfera para que se produzca dicha acidez en el agua.

Posteriormente se propone que a partir de las reacciones entre los gases emitidos desde la Tierra, como los óxidos del nitrógeno, azufre y dióxido de carbono y el agua presente en la atmósfera, se estudie la estequiometría de dichas reacciones, identificando en qué proporción el agua reacciona con dichos gases para producir los respectivos ácidos (diluidos).

Se evaluará, cuál es el impacto en la vida y en los ecosistemas causado por la lluvia ácida producida, y de qué manera esto afecta al ser humano y a las diferentes culturas del planeta.

Sin embargo, este enfoque permite abordar distintos tópicos disciplinares, ya que dependiendo de la cuestión socio-científica que sea seleccionada, se puede abordar un tópico determinado; por ejemplo, si se quiere estudiar la estructura de los ácidos nucleicos y cómo varían, los alimentos transgénicos serían una buena elección.

Con base en todo lo anterior, se propone trabajar la cuestión socio-científica de la lluvia ácida, ya que es una problemática que tiene un alto impacto ambiental, en cultivos, vida en ecosistemas acuáticos y terrestres, además del impacto en la comunidad campesina que se ve afectada por el daño a sus cultivos por efecto de la lluvia ácida, de esta manera, se considera la metodología empleada por Torres (2010), quien trabajó la cuestión socio-científica del glifosato y su utilización.

Esta propuesta está dirigida a estudiantes de educación básica y media de la ciudad de Bogotá, ya que esta ciudad es apta para el estudio de la lluvia ácida, debido a la contaminación producida por las industrias; se sugiere su aplicación en cursos como noveno y décimo, ya que en estos grados se comienzan a trabajar aspectos como las reacciones químicas, la estequiometría, interrelacionando estos contenidos dentro de un marco globalizador como la lluvia ácida, buscando, no el entendimiento de dichos contenidos disciplinares de forma directa, sino más bien, procurando por un desarrollo de la mentalidad entorno a la toma de decisiones frente a esta problemática.

Como objetivos de esta propuesta, se espera que:

* Los estudiantes reconozcan los cambios climáticos en el mundo como consecuencia de los cambios de la sociedad humana.

* Identifiquen cuáles son las variables en juego, es decir, por qué se genera la lluvia ácida, cómo podría contrarrestarse y ¿qué sucedería a nivel ambiental y social si hubiese una solución al problema?

* Mediante las actividades propuestas, se desarrollarán habilidades en la toma de decisiones como actores sociales, preocupados por los impactos que las distintas cuestiones socio-científicas tienen en la sociedad.

Dado lo anterior, se proponen, en forma preliminar, algunas actividades para abordar la cuestión socio-científica:

a.- **Fundamentación sobre la importancia de la problemática ambiental:** mediante la lectura sobre distintos impactos ambientales en el mundo, los estudiantes tratarán sobre la importancia que tiene conocer los distintos fenómenos socio-ambientales en la Tierra, argumentando sus ideas en un debate orientado por el profesor.

b.- **Revisión de noticias sobre el tema de la lluvia ácida:** se selecciona la cuestión socio-científica, se da a conocer cuál es el impacto del fenómeno, de esta manera, el estudiante comprende por qué se ha seleccionado como tema de interés. La lluvia ácida afecta a todos los elementos del medio ambiente, como el agua de la superficie, aguas subterráneas, suelo, vegetación, dificulta las cadenas alimentarias y es una amenaza para la biodiversidad.

Por ejemplo, en Escandinavia la lluvia ácida aumenta la acidez de los ríos y lagos, afectando la vida vegetal y animal, pero debido a políticas establecidas sobre la emisión de gases de SO₂ y NO_x (gases de nitrógeno), el panorama ha cambiado un poco desde la década de los 90, permitiendo que las aguas vuelvan a tener la acidez pre-industrial (acidez antes del fuerte impacto de la industrialización y sus emisiones en el ambiente). Sin embargo, la reducción de emisiones no significa que de manera automática el daño pueda remediarse, ya que el restablecimiento de la acidez en las aguas de nuestro planeta, toma tiempo.

Por otra parte, cuando el suelo se acidifica, se filtran los nutrientes esenciales calcio (Ca) y magnesio (Mg) arrastrándose a capas más profundas antes de que los árboles y las plantas puedan utilizarlos para crecer, lo que reduce la fertilidad del suelo. Además, el aluminio (Al), que en determinadas circunstancias puede llegar a ser un metal muy tóxico y peligroso, se libera y se acumula en el suelo lo que causa su degradación.

c.- **Discusión de reportajes de circulación pública:** aquí se propone la lectura de diferentes noticias de periódicos o revistas que incluyan la cuestión socio-científica seleccionada, *“visualizando aspectos sociales, ambientales, científicos y tecnológicos para identificar actores sociales, económicos, políticos, ambientales involucrados en la situación.”*

d.- **Juego de roles:** teniendo en cuenta el reconocimiento de la cuestión socio-científica, cuáles son sus impactos y los actores dentro de la problemática, el profesor orientará un debate, para el que se formarán grupos de estudiantes, quienes desempeñarán el rol de los actores, tales como: los campesinos afectados por la lluvia ácida, los dueños de industrias y fábricas en donde se emiten los gases contaminantes, los gobernantes y políticos, quienes regulan, mediante legislación, la emisión de dichos gases y

las sanciones para aquellos industriales que excedan el límite de emisión y por último, un grupo de ambientalistas, quienes reclaman por los efectos negativos sobre la vegetación y los animales. Mediante esto, cada grupo de estudiantes argumentará su posición frente a detener la emisión de gases contaminantes a la atmósfera y cuidado del medio ambiente, contra la evolución y el avance científico e industrial del mundo contemporáneo.

Se dispone de una clase de hora y media para llevar a cabo el debate, en el cual cada uno de los actores expondrá sus ideas, manifestará y argumentará su posición; se debe tener en cuenta que la asignación de roles, por parte del profesor, requiere que los estudiantes mediante la lectura y revisión (incluyendo las planteadas en los dos primeros puntos anteriormente), identifiquen los aspectos relevantes de cada comunidad involucrada en el debate.

Consideraciones finales

Se resalta que el enfoque CTSA es una alternativa que permite abordar contenidos de una manera pertinente, ya que tiene una relación directa con los impactos sociales y ambientales; además, que mediante este movimiento, se pueden llevar a cabo trabajos en distintos temas, mediante una amplia variedad de metodologías que promueven las habilidades expuestas en el presente artículo.

Por otra parte, se valora la cantidad de elementos que se trabajan cuando se orienta la enseñanza mediante la CTSA, ya que no sólo pretende cubrir el tema de estudio, sino que además promueve actitudes, aptitudes e intereses hacia las ciencias, estableciendo relaciones interdisciplinarias mediante las cuestiones socio-científicas, y formando ciudadanos críticos frente a las problemáticas que se viven en el mundo del siglo XXI.

De acuerdo con lo anterior, la selección de una temática que sea relevante para el estudiante, y que tenga sus impactos claramente reflejados en el contexto de la comunidad académica, acoplada con una metodología que promueva el interés del estudiante y lo aproxime a las ciencias, en este caso a la química, permite originar cambios favorables para el proceso enseñanza-aprendizaje.

Por último, se espera que este trabajo sea enriquecido y aplicado en futuras investigaciones tales como inmersión del profesor en formación en su práctica docente, enfocándolo de acuerdo con los parámetros que la institución maneja, ya que de una u otra forma, varios modelos didácticos, están implícitamente impregnados del enfoque CTSA.

ACEVEDO J, (2000). Una breve revisión de las creencias CTS en los estudiantes. Sala de Lectura OEI. Disponible en: <http://www.oei.es/salactsi/acevedo.htm>

AIKENHEAD G, (2003). Educación Ciencia-Tecnología y Sociedad (CTS): Una Buena Idea como quiera que se llame. *Educación Química* 16(2), pp. 114-124.

GALLAGHER, J.J. (1971). A broader base for science education. *Science Education*, 55, 329-338

LEACH, J. y SCOTT, P. (2002). Designing and evaluating science teaching sequences: an approach drawing upon the concept of learning demand and a social constructivist perspective on learning, *Studies in Science Education*, 38,115-142.

MARTÍNEZ L, TORRES N, (2011). Desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes de Fisioterapia, a partir del estudio de las implicaciones sociocientíficas de los xenobióticos. *Tecné, Episteme y Didaxis*. 2011, 29, pp. 65-84.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, (2004). Estándares básicos en ciencias naturales y ciencias sociales. pp. 20-21.

ROJAS A. y MARTINEZ L. (2005). Estrategia pedagógica y didáctica desde el enfoque ciencia, tecnología sociedad y ambiente, a partir de las fumigaciones con glifosato. *Tecné, Episteme y Didaxis*. 2005, N° Extra. Disponible en: <http://www.oei.es/salactsi/1139ROJAS.PDF>

TORRES, N. (2011). The Socioscientific issues as teaching strategy for the development of collaborative work in the classroom. *Revista "Entre Comillas"*. 2011, 14, pp. 45-52.

ZENTENO B, GARRITZ A, (2010). Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la Química. *Rev. Eureka Enseñanza, Divulgación y Ciencia*. 2010, 7(1), pp. 2-25