



## EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CAMBIO CLIMÁTICO EN EL BACHILLERATO TECNOLÓGICO DE MÉXICO

Laura Odila Bello Benavides<sup>1</sup>

### Resumen

La incorporación de la educación ambiental (EA) en el Sistema Educativo Nacional en México ha sido un proceso discontinuo y accidentado. Concretamente en el Nivel Medio Superior se advierte su presencia de manera satelital, desde un enfoque conservacionista. Asuntos ambientales de vital importancia como el cambio climático son abordados en reducidos espacios y a partir de visiones tecnocéntricas. Es clara la necesidad de una presencia central a partir de propuestas pedagógicas como la ecociudadanía que articule conocimientos, actitudes y acciones pertinentes de mitigación y adaptación al cambio climático con los procesos educativos orientados al aprendizaje de las ciencias, especialmente las experimentales. En este artículo expongo una experiencia de educación ambiental en el curso de Química II que recupera este enfoque y el trabajo por proyectos, como ruta didáctica, para abordar el cambio climático a partir de la enseñanza de la Química en un bachillerato tecnológico. Los resultados revelan la pertinencia de incorporar estas perspectivas de trabajo; asimismo se identifican y discuten desafíos educativos, pedagógicos y didácticos en estas propuestas de trabajo escolar para su abordaje.

### Palabras clave

cambio climático, bachillerato tecnológico, educación ambiental, ecociudadanía.

## ENVIRONMENTAL EDUCATION AND CLIMATE CHANGE IN THE TECHNOLOGICAL HIGH SCHOOL

### Abstract

The incorporation of environmental education (EE) in the National Educational System in Mexico has been a discontinuous and hilly process. Specifically in the Upper Middle Level, its presence is noticed in a secondary way, from a conservationist approach. Environmental issues of vital importance such as climate change are addressed in small spaces and based on technocentric visions. The need for a central presence is clear from pedagogical proposals such as the eco-citizenship that articulates knowledge, attitudes and relevant actions of mitigation and adaptation to climate change with the educational process oriented to the learning of sciences, especially experimental ones. In this article I expose an experience of environmental education in the course of Chemistry II that recovers this approach and the work for projects, as a didactic route, to address climate change from the teaching of Chemistry in a technological high school. The results reveal the relevance of incorporating these work perspectives; Likewise, educational, pedagogical and didactic challenges are identified and discussed in these school work proposals for their approach.

### Keywords

climate change, technological high school, environmental education, eco-citizenship.

<sup>1</sup> Ingeniero Químico por la Universidad de las Américas, Doctora en Investigación Educativa por la Universidad Veracruzana, donde obtuvo Mención Honorífica en titulación. Investigadora del Instituto de Investigaciones en Educación en la Universidad Veracruzana, en la línea de investigación Educación ambiental para la sustentabilidad. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel C. Miembro del Programa de Estudios Sobre Cambio climático de la Universidad Veracruzana. Autora de los libros Química I y II de la colección SEP-DGETI-FCE. Sus temas de investigación son educación ambiental, cambio climático, vulnerabilidad y resiliencia social y ciudadanía ambiental. Autora de diversos artículos sobre estos temas. Ha participado como ponente en congresos Nacionales e Internacionales relacionados con el campo de la educación ambiental. Correo: [laura\\_bello310@hotmail.com](mailto:laura_bello310@hotmail.com)

## Introducción

El cambio climático (CC) se ha configurado en la esfera internacional como el problema global más complejo y desafiante para la humanidad. Sus impactos afectan a la población mundial. Países como México por su posición geográfica y condiciones de vulnerabilidad se ven especialmente interpelados a sus impactos especialmente los relacionados con hidrometeoros y alteraciones en los sistemas climáticos (SEMARNAT, 2014, pp. 33-37). Así lo constatan documentos internacionales como el Acuerdo de París (CMNUCC, 2015, p. 1) donde se reconoce “la necesidad de una respuesta progresiva y eficaz a la amenaza apremiante del cambio climático, sobre la base de los mejores conocimientos científicos disponibles” y el más reciente informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático, en el que se hace especial hincapié en las vulnerabilidad social y la necesidad de acciones de adaptación en países especialmente afectados (IPCC, 2014, pp. 1-2). Para el caso de México está, entre otros la *Estrategia Nacional de Cambio Climático. 10-20-40* (SEMARNAT, 2014), donde se detallan las condiciones y tipos de vulnerabilidad frente a los impactos del CC.

Tanto en los reportes de investigaciones expuestos en el IPCC (2014), como en la formulación de estrategias y acuerdos de acciones de mitigación y adaptación, el conocimiento y aportaciones científicas y tecnológicas convergen estudios de diversas ciencias como la Climatología, Ecología, Química, Biología, etc. La educación ambiental, no escapa a tales estudios y propuestas de acciones. Tal es el caso de la formulación del Artículo 12 del Acuerdo de París, el que señala que: “Las Partes deberán cooperar en la adopción de las medidas que correspondan para mejorar la educación, la formación, la sensibilización y participación del público y el acceso público a la información sobre el cambio climático, teniendo presente la importancia de estas medidas para mejorar la acción en el marco del presente Acuerdo” (IPCC, 2014, pp. 12).

En este orden de ideas, la Educación Ambiental (EA) formal se ha configurado como uno de los espacios centrales para abordar una serie de compromisos nacionales para hacer frente al CC (CMNUCC, 2015; SEMARNAT, 2014), los que tienen que ver con la gestión de acciones de mitigación y adaptación. Especial atención ha tenido el bachillerato dadas las características en términos de disposición a actuar por parte de los jóvenes, también porque –para el caso del Sistema Educativo Nacional (SEN) en México– el bachillerato es obligatorio. Lo que implica que, cuando menos en principio, un alto porcentaje de la población joven mexicana cursará estos estudios.

Responder a estos desafíos no es asunto menor. Tarea de tal complejidad implica, la formulación de un currículo que de centralidad a lo ambiental a partir de un enfoque de EA para la ecociudadanía orientada a repensar el mundo y a generar lazos profundos del ser humano con el medio ambiente. Así como acciones de formación docente que permitan el desarrollo de experiencias educativas que pongan en perspectiva la pertinencia y relevancia de los aprendizajes acerca de lo ambiental, donde éstos sean dinamizados y articulados con las condiciones medioambientales locales y regionales de los estudiantes; considerando sus implicaciones globales, en un marco ético de respeto y compromiso con el medio ambiente (Bello, 2017). Que atraviese conocimientos de otros campos disciplinares, como el de las Ciencias experimentales para ser vinculados con dichos asuntos ambientales.

Aquí expongo una experiencia de EA desarrollada con estudiantes de primer año de bachillerato tecnológico en una escuela de Xalapa, Veracruz, México, en el curso Química

II en la que abordé la gestión de acciones de mitigación y adaptación al CC. Ésta da continuidad a la investigación doctoral que desarrollé durante los años 2014 a 2017 (Bello, 2017). Divido la presentación en tres partes. En la primera muestro algunas características pedagógicas y curriculares del bachillerato tecnológico, en la segunda detallo la experiencia de EA, para terminar, en el tercer apartado, con algunas reflexiones.

## La educación ambiental en el bachillerato tecnológico

El SEN en México se configura a partir de tres niveles: Básico —incluye la educación preescolar, primaria y secundaria—, Medio Superior —corresponde al bachillerato— y Superior —incorpora estudios universitarios—. El bachillerato se cursa en tres años y alberga estudiantes entre 15 y 18 años (DGETI, 2012). El Bachillerato Tecnológico (BT), una modalidad de bachillerato, se distingue por ser bivalente. Esto significa que el egresado, además de obtener el certificado de bachillerato, obtiene el título de alguna de las 19 carreras técnicas que oferta la secretaría de Educación Pública (SEP). Los planes de estudio están segmentados en dos secciones: el área de formación técnica, que integra las asignaturas propias de cada carrera técnica, y el área de componente básico en el cual están las asignaturas del bachillerato en sus respectivas áreas: matemáticas, ciencias experimentales, lengua y comunicación, sociales y humanidades (DGETI, 2012). En esta modalidad de bachillerato se ubica el estudio que aquí presento.

La EA, se incorpora al currículo del bachillerato en la última década del siglo XX desde una perspectiva conservacionista y a través de propuestas de atención a problemas ambientales tecnocéntricos (Sauvé, 2004). Esto es, las tareas escolares se centran en la dimensión ecológica de problemas ambientales, haciendo énfasis en la conservación de la biodiversidad. Asimismo, las acciones de respuesta a tales situaciones se gestionaban principalmente haciendo uso de avances tecnológicos. Y aunque si bien es de gran relevancia la conservación de la biodiversidad y la importancia que la tecnología ocupa en el diseño y aplicación de acciones de respuesta, los actuales problemas ambientales, como el cambio climático, precisan de enfoques complejos que consideren la sensibilización, compromiso y cambio de actitudes por parte de la ciudadanía.

Los elementos pedagógicos desde los cuales se desarrolla el currículo vigente se articula con los programas de estudio parten de una visión de educación escolar centrada en el aprendizaje de los alumnos y en el desarrollo de competencias genéricas, disciplinares y experimentales. El aprendizaje basado en competencias es el enfoque pedagógico desde el que se elaboran y aplican los planes y programas de estudio de este nivel educativo (SEP, 2008). Acorde con este enfoque, y en virtud de que diversas definiciones se han formulado en relación con las competencias educativas, en este estudio se recupera la propuesta de Corvalán et al. (2013), que las conceptualiza a partir del desarrollo de capacidades, donde el estudiante pondrá en juego el aprendizaje de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Esto es, “además del aprendizaje de conocimientos, el estudiante desarrolle un conjunto de capacidades que le van a ser fundamentales para su vida futura como profesional” Corvalán et al. (2013, p. 14).

La más reciente reforma educativa en el SEN (SEP, 2017) comparte el enfoque de aprendizaje por competencias y la misma estructura curricular del plan de estudios que le precedió (SEP, 2008). Un giro epistémico y pedagógico lo distingue del currículo anterior y que se articula con el aprendizaje por competencias: el enfoque de Ciencia, Tecnología,

Sociedad y Ambiente (CTSA), cuyo propósito es el desarrollo de una ciudadanía consciente y activa frente a la realidad socioambiental que enfrenta (Fernández, Pries & Villamañán, 2014). Se caracteriza por el sentido que se le otorga a los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales: la gestión de una ciudadanía participativa y consciente de su realidad socioambiental. Desde este enfoque, los contenidos propios de cada campo disciplinar no son el elemento que aglutina y da sentido a los programas de estudio y las actividades que se desarrollan, es la realidad socioambiental, por lo que los contenidos se configuran como elementos para estudiarla y desplegar competencias que respondan a desafíos que enfrentan, entre ellos los socioambientales.

En este contexto se inscribe la noción de ecociudadanía, concebida como una práctica activa éticamente orientada a una convivencia democrática con y para el medioambiente a través de la acción colectiva (Sauvé, 2014; Bello, 2017). Donde los ciudadanos son poseedores de la capacidad y también de la tarea de participar en la vida pública y los problemas socioambientales que a ésta atañen. Tal conceptualización, tiene sus orígenes en la propuesta de ciudadano y de educación para la ciudadanía formulada por Cortina (1997) y Bolívar (2007). Para quienes, basados en las propuestas de Marshal, Rawls y Habermas, consideran que es el resultado de un quehacer y un proceso educativo, basado en valores universales de convivencia, orientado a aprender a ser, estar y convivir con los demás. Como señala Bolívar (2007, p. 17), “un ciudadano es consciente de ser miembro de una comunidad humana (no limitada a un país), comparte un conjunto de valores y comportamientos, obligaciones y responsabilidades”.

Tal gestión de ecociudadanía se despliega a través de las competencias ecociudadanas. Éstas son, de acuerdo con Sauvé (2014) y Bello (2017) una forma compleja de aprendizaje cuyo propósito es el desarrollo de procesos para aprender y saber-entrar en acción, dinamizando e integrando conocimientos, saberes locales, actitudes y valores de cuidado y respeto hacia el medio ambiente en un contexto sociocultural, de manera individual y colectiva, ante los retos ambientales. A través de procesos de aprendizaje social e individual donde las personas desarrollen el sentido de pertenencia a la comunidad y al medio natural, además del reconocimiento del sentido de responsabilidad hacia el medio natural.

A partir de estos supuestos epistémicos, en los actuales programas de estudio se formulan sus propósitos explicitando el enfoque de CTSA. En el caso de los cursos de Química I y II los propósitos se expresan en los siguientes términos: “1) Establecer la interrelación entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en contextos históricos y sociales específicos, 2) Fundamentar opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas” (SEP, 2017, p. 16). Que a su vez se traducen en contenidos específicos como el estudio de causas y consecuencias del CC, la huella de carbono, contaminación de cuerpos acuíferos, aire, etc., y que se articulan con principios y contenidos químicos que inciden en el fenómeno, y también con contenidos de otras materias como Ecología y Ética, a fin de gestionar una visión compleja de la realidad socioambiental a la que se alude en el currículo formal.

Para la EA la incorporación de asuntos centrales como es el CC representa un avance en términos de posicionamiento en el currículo formal. Asimismo, los supuestos pedagógicos a partir del enfoque de CTSA, donde la visión crítica de la realidad socioambiental y la gestión de acciones ecociudadanas son elementos que le dan sentido a los contenidos abordados, posibilitan la gestión de visiones complejas de tales asuntos. Por otra parte, este enfoque le otorga un sentido socioambiental a los contenidos curriculares de Química, lo que posibilita procesos de significación conceptual de los mismos (Tourian, 2013).

Los contenidos conceptuales del curso de Química II, y que se aglutinan en dos grandes temas: cálculos estequiométricos y nomenclatura y reactividad química orgánica, se orientan al conocimiento de la realidad socioambiental de los estudiantes a fin de tener elementos científicos para su comprensión. A su vez tal conocimiento se articula con acciones y propuestas ambientales que atiendan problemáticas identificadas. La enseñanza de la química desde este enfoque de CTSA cobra pertinencia, por una parte al dar sentido para la comprensión del entorno a través de contenidos teóricos de las Ciencia Química. Por otra parte, los conceptos químicos se articulan con la gestión de acciones ambientales pertinentes. De esta manera el estudiante no sólo, a través de experiencias de aprendizaje de EA, le otorga sentido a conceptos químicos, también, a través de tales conocimientos químicos despliega acciones ecociudadanas tanto individuales como colectivas.

Aquí estamos hablando de propuestas pedagógicas, esto es formulaciones de propósitos y misión de educación (Caride et.al., 2015), orientadas a la enseñanza de las Ciencias que no disocian aspectos científico/técnicos acerca de la naturaleza con la dimensión humana y que tienen sus antecedentes en supuestos pedagógicos de Dewey (Romero, Luque & Meira, 2018). Pedagogías que le otorgan sentido a las prácticas de enseñanza aprendizaje de las ciencias articulando contenidos teóricos con el despliegue de actividades que atiendan asuntos ambientales, como la reducción de la huella de carbono, consumo responsable, etc. Tales pedagogías dotan de sentido socioambiental contenidos curriculares.

Con estos elementos pedagógicos acerca del enfoque de CTSA plasmado en el currículo del bachillerato, la noción de eciciudadanía, junto con los resultados de la investigación doctoral realizada (Bello, 2017) se diseña una experiencia de EA para el curso de Química II que aborda el cambio climático a través de la gestión de competencias ecociudadanas en acciones de mitigación y adaptación al fenómeno. En el siguiente apartado se describe el proceso.

## **Metodología para el desarrollo de la experiencia de educación ambiental en el bachillerato tecnológico**

La experiencia de EA se desarrolló en un BT ubicado en la capital del estado de Veracruz: Xalapa, esto es, una escuela urbana con una población estudiantil de 2 150 alumnos. El periodo de desarrollo fue en el ciclo escolar 2017-2018. Tuvo como población de estudio al alumnado de primer año: 450 estudiantes, distribuidos en nueve grupos. Se trata de jóvenes entre 15 y 16 años. Las actividades fueron desarrolladas por tres profesores de la asignatura de Química II y coordinadas por la autora de esta comunicación. Las profesoras cuentan con formación pedagógica en lo relacionado con el actual modelo educativo y algunas nociones de EA y CC.

El propósito del proyecto fue gestionar competencias ecociudadanas en los estudiantes de curso de Química II orientadas a desplegar acciones de mitigación y adaptación al CC, a través de la articulación de los contenidos conceptuales del curso de Química II con acciones de respuesta al CC. Para ello se articularon estas actividades con el programa de estudios del curso de Química II (SEP, 2017). La ruta metodológica la detallo en la tabla 1.

Etapa	Actividad
Diseño del proyecto	Se recuperó el planteamiento pedagógico y didáctico de la propuesta de EA del trabajo doctoral basado en la gestión de ecociudadanía (Sauvé, 2014) y el desarrollo de competencias eco ciudadanas (Bello, 2017) y se adaptó al programa de estudios vigente a fin de cumplir con el propósito del curso y armonizarlo con el desarrollo de competencias eco ciudadanas.
Planeación del proyecto	Se elaboró y concretó una ruta de trabajo para el docente y para los estudiantes, donde se incluyeron las actividades a realizar, el seguimiento de las mismas y la evaluación correspondiente.
Reunión 1 con profesores	Invitación a los profesores a desarrollar el curso de Química desde la propuesta de EA y de CTSA. Para ello, se realizó la presentación del proyecto y se discutió su pertinencia.
Reunión 2 con profesores	Estudiar elementos pedagógicos, de EA, sustentabilidad y CC necesarios para el desarrollo del proyecto
Reunión 3 a 5 con profesores	Seguimiento y discusión de las actividades desarrolladas en la primera, segunda y tercera parte del curso.
Evaluación y estudio de resultados	Analizar a la luz del planteamiento teórico formulado los resultados obtenidos.

**Tabla 1.** Ruta metodológica para el desarrollo del Proyecto: Acciones eco ciudadanas de mitigación y adaptación al CC

Fuente: elaboración propia

En la tabla 2 muestro de manera resumida la ruta de desarrollo del proyecto. Cabe destacar que cada grupo escolar desarrolló en promedio 10 proyectos a lo largo de todo el periodo escolar. Los equipos presentaron sus avances en espacios de discusión grupal cada 3 o cuatro semanas, en las que se retroalimentaba las actividades realizadas (revisión de avances en sus actividades, vinculación y aplicación de los conceptos de química en los proyectos, evaluación de cálculos estequiométricos, balanceo de ecuaciones, nomenclatura, etc.) y socializaban los aprendizajes acerca del cambio climático, las acciones que estaban realizando, además de la manera en la que se sentían acerca de lo realizado. Cabe destacar que cada alumno llevó un diario de campo en el que detallaban las tareas que desarrollaban, cómo se sentían al realizarlas, qué opinaban sobre sus acciones, las de sus compañeros de clase y familiares frente al CC. Durante la evaluación continua se valoró cada una de las tareas, a través de las listas de cotejo elaboradas *ad hoc* para cada una de las tareas realizadas, así fue posible otorgar una evaluación numérica a cada una de las tareas. En la elaboración de estas listas de cotejo se consideraron dos aspectos, que fueron evaluados puntualmente: 1) aplicación y manejo adecuado de los conceptos de química incluidos en el programa del curso cálculos químicos, nomenclatura, etc) y; 2) vinculación de estos contenidos en las estrategias de solución a los problemas identificados, pertinencia y factibilidad de las estrategias formuladas y realización de las mismas. Al final expusieron sus proyectos y de manera libre lo registrado en sus diarios de campo.

Precisa destacar que se hizo especial énfasis en la vinculación de los contenidos del curso de Química II con el tema de cada proyecto planteado por los equipos, en primer término con el propósito de comprender a partir de estos contenidos los problemas ambientales identificados. En segundo término para que las propuestas de cada proyecto contaran con una base científica y pertinente tanto en el análisis del problema identificado, como en la formulación de estrategias de respuesta. Para ello, en cada sesión de clase se vinculaban los contenidos conceptuales del curso de Química II con los trabajos de cada



equipo. De esta manera cada equipo cuando exponía sus avances detallaba la incorporación de los contenidos del curso. Así, se logró situarlo en asuntos con los que se enfrentan día a día y formular rutas de solución.

Etapa	Actividades a trabajar
1. Las experiencias desencadenantes	Visibilizar, a través de espacios de reflexión, las tres dimensiones del CC, sus implicaciones nacionales y locales.
2. Propuestas y presentación de proyecto	Presentación de proyecto relacionado con acciones de mitigación y/ adaptación al CC desde su contexto local y regional. En plenaria se discute cada proyecto.
3. El grupo analiza los conocimientos previos sobre el tema	Cada equipo presenta su trabajo, de manera grupal se determinan los conocimientos previos. Elaboran una ruta de acopio y gestión de información.
4. Elaboración de trabajos cortos sobre el Proyecto que se realiza	Investigan las características y elementos del tema/problemática seleccionado, sus fuentes u orígenes y consecuencias; ¿en qué otros lugares se ha presentado? ¿cómo se ha abordado? ¿qué posibles rutas de trabajo se pueden generar? etc. Por equipos elaboran un plan de trabajo sobre el tema/problemática que han seleccionado.
5. Desarrollar plan de trabajo	Con base en el producto de las actividades desarrollan su plan de trabajo y se da seguimiento a cada uno de los proyectos. Se incluyeron actividades como visitas a centros de investigación, visitas a campo, invitados expertos para dialogar sobre aspectos de interés, etc.
6. Comunicar lo investigado	Cada equipo determina la manera en la que elabora su reporte y presentación del proyecto, puede ser un video, maqueta, prototipo, periódico mural, folleto, etc. además del reporte escrito. También lo presentan en el espacio social en el que lo desarrollaron y/o ámbito de incidencia (familia, colonia, escuela, etc.).
7. Coevaluación y auto-evaluación del trabajo individual y de equipo.	En plenaria analizan los proyectos y la manera en la que se realizó. Reflexionan acerca de la incidencia que cada uno tuvo en el espacio social seleccionado. Reflexionar acerca de las competencias ecocidadanas desplegadas y de la pertinencia social y ambiental de los conocimientos dinamizados.

**Tabla 2.** Ruta metodológica Proyecto: Acciones ecocidadanas de mitigación y adaptación al CC

Fuente: elaboración propia

Temas diversos pero vinculados con el CC fueron abordados en los proyectos, todos asociados con su contexto cercano. Por ejemplo: reducción de consumo de carnes rojas, elaboración de huertos familiares, reducción de residuos sólidos producto de consumo de alimentos, consumo de productos locales, elaboración de biodigestores caseros, huerto familiar, etc. Se avanzó en el desarrollo de una visión compleja del fenómeno relacionando contenidos de los diversos campos del conocimiento que inciden en el CC y en las acciones de respuesta. De especial relevancia fueron los espacios de discusión crítica de la realidad ambiental local y mundial. Aquí se logró reflexionar acerca de la dimensión social del CC y la participación ecocidadana como vía para gestionar acciones de mitigación y adaptación.

Es de destacar la manera en la que se vincularon contenidos conceptuales de Química II con problemas ambientales identificados por los estudiantes. Esto desembocó, por una

parte en un mayor interés por parte de los estudiantes en tales contenidos, y por otra en la gestión de una visión con bases científicas de los problemas identificados. Los temas de Química II que se abordaron y vincularon con los proyectos mencionados fueron:

- Cálculos estequiométricos que incluyeron balanceo de ecuaciones, cálculo de cantidad de reactivos y productos, eficiencia de reacciones. Los que se aplicaron en la determinación de huella de carbono, análisis comparativo de huella de carbono en el consumo de productos de importación y productos locales, consumo de carnes rojas, pescado y aves, reacciones implicadas en el diseño de biodigestores y huertos familiares, combustión de hidrocarburos.
- Cálculos de entalpía para determinar gasto energético aplicado a los temas mencionados en el párrafo anterior.
- Nomenclatura inorgánica y orgánica, para identificar sustancias en procesos químicos inherentes en los proyectos formulados, como sustancias presentes en carnes rojas, plásticos huertos familiares y combustión de hidrocarburos, principalmente.
- Reactividad inorgánica y orgánica, para identificar las reacciones presentes en los proyectos de elaboración de biodigestores, huerto familiar, combustión de hidrocarburos, elaboración de plásticos, consumo de alimentos, principalmente.

Precisa aclarar que todos los contenidos conceptuales del curso de Química II se aplicaron en cada uno de los proyectos en sus diferentes etapas: identificación del problema, ruta de atención y propuesta de solución. Para ello se realizaron tanto evaluación continua a lo largo de cada sesión, como sumaria, a la que se integraron las tres evaluaciones parciales del curso.

### *Algunos resultados*

En lo relacionado con la actividad docente, esta metodología de trabajo resultó ser un desafío pedagógico y didáctico para los profesores, a pesar de contar con formación docente en estos enfoques centrados en el desarrollo de competencias. Poner en el centro de la tarea docente lo ambiental y a partir de ello abordar los contenidos de la asignatura significó el mayor desafío docente. Resultó ser una tarea difícil de desplegar por parte de uno de los tres profesores participantes, lo que desembocó en que los proyectos se relegaran a un segundo plano y que las prácticas educativas se centraran en contenidos de química haciendo a un lado el enfoque de CTSA. Dos profesores desarrollaron las tareas docentes basadas en los planteamientos formulados. A continuación se detallan los resultados obtenidos con estos dos grupos.

Especial énfasis tuvo el tema de cálculos estequiométricos en proyectos vinculados con determinación de huella de carbono y acciones sobre consumo responsable y productos con huella de carbono baja. Aquí se logró con uno de los grupos de trabajo avanzar en la transversalización de contenidos específicos sobre estequiometría, balanceo de ecuaciones, fenómenos químicos, reactividad orgánica, principalmente. Ello a partir de los proyectos desarrollados por los estudiantes: elaboración de huerto familiar, reducción de huella de carbono, consumo alternativo de carnes rojas, formas de consumo responsable y reducción en el consumo de plásticos. Temas que están directamente vinculados con los contenidos del curso de Química II.



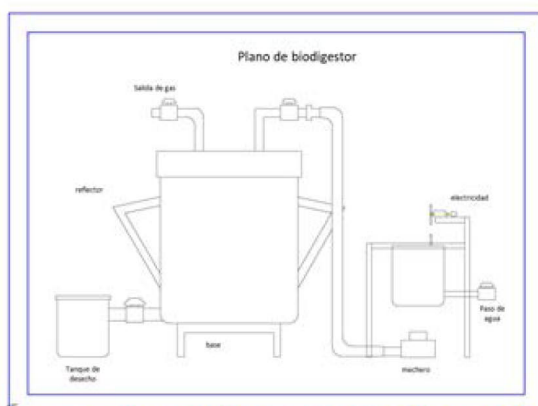
Tal vinculación fue detonante para transversalizar contenidos teóricos con acciones de mitigación y adaptación al CC. Las actividades se desarrollaron a lo largo del semestre y desembocaron en la presentación de resultados por cada equipo. Se otorgó un apartado especial para reflexionar acerca de la manera en la que incorporaron los contenidos teóricos de química con sus proyectos. Esta reflexión tuvo como propósito que los estudiantes comprendieran la importancia del conocimiento científico en acciones de cuidado al medioambiente y de respuesta a problemas socioambientales. En la tabla 3 se muestra la transversalización de contenidos.

Tema	Nivel de transversalización (incorporación de temas de CC en los contenidos del curso)/proyecto
Blanceo de ecuaciones químicas	Identificación de fenómenos químicos en huella de carbono. Consumo de alimentos de importación vs consumo de alimentos locales.
Cálculos estequiométricos	Cálculo de huella de carbono en prácticas de consumo y uso de diversos transportes
Cálculo de entalpía y entropía	En prácticas de consumo de carnes rojas, productos de importación, productos locales, consumo de diversas proteínas de origen animal, consumo de productos empacados, elaboración de biodigestor
Nomeclatura orgánica	Identificación de compuestos orgánicos en alimentos, productos que se consumen, plásticos, combustibles, etc.
Reacciones orgánicas	Reacciones orgánicas en productos que se consumen.
Soluciones químicas	Soluciones identificadas en procesos identificados en elaboración de huertos familiares y composta.

**Tabla 3.**  
Transversalización de contenidos del curso de Química II

Fuente: elaboración propia

El sentido socioambiental otorgado a los contenidos conceptuales de Química ya señalados desembocó además en un mayor interés por parte del grupo en profundizar en estos temas del curso, al comprobar cómo es posible otorgarles una utilidad en sus actividades cotidianas, especialmente en lo relacionado con problemas ambientales. En la figura 1, se muestra el producto de uno de los proyectos desarrollados: elaboración de un biodigestor. Aquí se advierte la transversalización de contenidos del curso de Química II en la elaboración del mismo.



**1 m<sup>3</sup> de biogás (60% de CH<sub>4</sub> y 40% de CO<sub>2</sub>) = 6.06 kWh.  
= 1 000 kg de ganado (50 kg heces)**

**Figura 1.**  
Tranversalización de contenidos del curso de Química II en proyectos socioambientales.

Reflexión especial merece la apropiación de contenidos de Química. Fue de especial interés profundizar en temas como cálculos estequiométricos y de entalpía para comprender conceptos como el de huella de carbono, consumo. Estos conocimientos fueron base para la formulación de propuestas como la elaboración de biodigestores caseros, huertos familiares, propuestas alternativas de consumo, etc. en este punto se establecieron comparaciones basadas en estos cálculos. Estos abordajes dieron sentido a tales contenidos del curso.

Se identificaron vacíos y zonas oscuras acerca del CC (Bello, Meira & González Gaudiano, 2017), desconocimiento de elementos de la dimensión social, implicaciones locales y regionales del mismo. Además de su asociación con otros problemas ambientales como la lluvia ácida. Asimismo, se advierte una representación del alumnado acerca del CC como un fenómeno lejano sin vincularlo con consecuencias locales, como el incremento en enfermedades transmitidas por vectores como sika. Estos aspectos fueron discutidos en espacios de reflexión grupal y articulados con las temáticas de cada uno de los proyectos desarrollados, con el propósito de incidir en una comprensión del fenómeno desde una visión compleja, pero además en una representación que lo ubique de manera cercana en tiempo y afectaciones, articulada con el despliegue de acciones ecociudadanas. Contenidos del curso de Química como los ya mencionados se articularon a estas discusiones.

A fin de gestionar acciones ecociudadanas, se avanzó al desarrollar sus proyectos en equipos e involucrar a sus familiares y compañeros de escuela en las acciones desplegadas en éstos. Este punto también fue puesto en discusión en las reflexiones grupales, a través de preguntas que detonaran la pertinencia de las acciones socioambientales y ecociudadanas, así como su relación con contenidos científicos. Aquí una de las reflexiones de estudiantes cuyo proyecto fue la elaboración de huerto familiar fue: “ver cómo crecen los alimentos que compro en el súper y que yo puedo sembrar con mi familia y así cuidar mi medioambiente fue lo que más me gustó” (2º.B. F3).

## Reflexiones finales

Diversos desafíos se advierten en lo relacionado con la incorporación del CC en el currículo del bachillerato. En cuanto al formal, queda claro que los avances, aunque pertinentes, sobre todo el enfoque de CTSA, aún falta avanzar en una inclusión del CC que lo ubique de manera central en los diferentes campos disciplinares que lo configuran. Pues está presente en menos de la tercera parte de los campos disciplinares que configuran el currículum formal del BT (SEP, 2017). Asimismo, es necesario un abordaje, por una parte complejo desde todos los campos para lograr una comprensión pertinente del fenómeno y, por otra, situado, esto es, que lo vincule con la realidad sociomambiental local y regional del alumnado.

La formación docente en EA desde el enfoque de ecociudadanía y CTSA es urgente para poder arribar a estos temas. Es clara la dificultad pedagógica y didáctica de estos abordajes, a pesar de la intención del profesorado por incorporar la EA en sus actividades docentes. En tanto no se diseñen programas de formación en el campo de la EA, la incorporación del CC y de la EA en el currículo formal se diluirá en su aplicación y el CC seguirá ocupando un lugar periférico, limitando su abordaje únicamente cuando se requiera de un ejemplo para comprender fenómenos químicos. Esto es, se continuarán con prácticas de EA acerca del ambiente y no para el ambiente.

En cuanto al propósito del proyecto diversos fueron los resultados. Por una parte, estas metodologías de trabajo resultan ser de mayor interés para el alumnado en relación con la forma tradicional de ejecución en el aula de los programas de estudio. Desplegar actividades escolares para promover una visión compleja del CC resultó pertinente, los estudiantes lograron anclar conocimientos científicos de Química con prácticas cotidianas de consumo y de fenómenos locales acerca de las consecuencias del CC, como pérdida de especies locales, enfermedades por vectores, etc. Por ejemplo, implementaron campañas de consumo de productos locales y regionales, en sus casas promovieron la realización de huertos familiares y modos de consumo con baja huella de carbono, reducción en uso de plásticos, acciones de cuidados de la salud frente a enfermedades como sika, principalmente. Quedó claro que sus acciones ecociudadanas impactan directamente en el fenómeno. Esto desembocó en una representación del CC más cercana y vinculada con su realidad socioambiental, y con mayor claridad acerca de las acciones que pueden desplegar en lo relacionado con mitigación y adaptación al mismo.

Sin embargo, también es importante destacar que un curso aislado no tiene los alcances necesarios en términos de incidir en una representación social (Bello, et al., 2017) más compleja y anclada con su realidad socioambiental. Especialmente en lo que tiene que ver con la gestión de acciones ecociudadanas de mayor alcance, esto es acciones que en el corto y mediano plazo, en tanto adultos en ciernes, pueden gestionar. Pues si bien los resultados hicieron evidente la conciencia, por parte del alumnado, -a través del cambio en hábitos de consumo, y promoción de huertos familiares- en lo general, del CC, también fue claro que no todos hicieron cambios en sus modos de consumo relacionados con la mitigación y adaptación al CC. Esto se reflejó a través de la observación e identificación, de mi parte, acerca de las diferencias en los comportamientos en relación con las prácticas de consumo se los estudiantes, así como en las aportaciones vertidas durante la plenaria y conclusiones del curso.

En términos de investigación es necesario profundizar en formas de incorporación del CC en el currículum articuladas con programas de formación docente en lo relacionado con EA y CC, a fin de que sea abordado como un elemento central y no periférico, desarticulado y distante de la realidad local y global del alumnado. También es importante sistematizar experiencias como la aquí presentada que se visibilicen rutas de trabajo en el aula, que identifiquen las zonas donde se encuentran obstáculos pedagógicos, didácticos y conceptuales del CC y cómo poder atenderlos. Así como las actividades exitosas y cómo promoverlas.

Avances y retrocesos configuran la presencia del CC en el currículum del BT en México. Es evidente que los desafíos socioambientales y de EA están presentes y determinan rutas metodológicas tanto de investigación como educativas.

## Referencias

- Bello Benavides, L. (2015). *Química II*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Bello Benavides, L. (2017). *Las representaciones sociales sobre cambio climático de estudiantes de bachillerato tecnológico. El caso de dos escuelas del estado de Veracruz*. Tesis de doctorado en Investigación Educativa. Xalapa, México: IIE-UV.
- Bello Benavides, L. Meira Cartea, P. A. y González Gaudiano, E. J. (2017). Representaciones sociales sobre cambio climático en dos grupos de estudiantes de educación secundaria de España y bachillerato de México, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 22(73), pp-pp 505-532.

- Bolívar, A. (2007). *Educación para la Ciudadanía. Algo más que una asignatura*. Barcelona: Graó.
- Caride, J. A., Gradaílle, R., Caballo, M. B. (2015). De la pedagogía social como educación, a la educación como pedagogía social. *Perfiles Educativos*, XXXVII(148), 4-35.
- CMNUCC. (2015), *Paris Agreement*. Recuperado de: [https://unfccc.int/files/meetings/paris\\_nov\\_2015/application/pdf/paris\\_agreement\\_english\\_.pdf](https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_english_.pdf).
- Cortina, A. (1997). *Ciudadanos del mundo. Hacia una teoría de la ciudadanía*. Madrid: Alianza.
- Corvalán, V. O., Tardif, J. y Montero, L. A. (2013). *Metodologías para la innovación curricular universitaria basada en el desarrollo de competencias*. México: ANUIES.
- DGETI, (2012) *Manual de Organización de la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial*. México: DGETI-SEP.
- Fernández, I. M, Pires, D. M, y Villamañán, R. M. (2014). Educación científica con enfoque ciencia-tecnología-sociedad-ambiente: construcción de un instrumento de análisis de las directrices curriculares, *Formación universitaria*, 7(5), pp-pp. 23-32. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062014000500004>.
- IPCC (2014), *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra: IPCC.
- Meira-Cartea, Pablo A., José Gutiérrez-Pérez, Mónica Arto-Blanco & Amor Escob-Roldán (2018): Influence of academic education vs. common culture on the climate literacy of university students / Formación académica frente a cultura común en la alfabetización climática de estudiantes universitarios, *Psycology*, DOI: [10.1080/21711976.2018.1483569](https://doi.org/10.1080/21711976.2018.1483569).
- Romero S. E., Luque D. & P.A. Meira C. (Noviembre 2018). ¿Es la educación para el desarrollo sostenible (EDS) la respuesta a la crisis socioambiental? *Una reflexión desde la sospecha*. En Miguel A. Santos Rego (presidencia). Educación en la sociedad del conocimiento y el desarrollo sostenible Ponencia presentada en el XXXVII Seminario Interuniversitario de Teoría de la Educación. La Laguna, España.
- Sauvé, L. (2004). Una cartografía de corrientes en educación ambiental. En M. Sato y I. Carvalho (Coord.), *A pesquisa em educação ambiental: cartografias de uma identidade narrativa em formação*. (pp. 1-22). Porto Alegre: Artmed.
- Sauvé, L. (2014). Educación ambiental y ecociudadanía. Dimensiones clave de un proyecto político-pedagógico, *Revista Científica*, 18(1), pp-pp 12-23.
- SEMARNAT. (2014). *Estrategia Nacional de Cambio Climático. 10-20-40*. México: Gobierno de la República.
- SEP. (2008). *Competencias genéricas y el Perfil del egresado de la Educación media superior*. México: Subsecretaría de Educación Media Superior.
- SEP. (2017). *Programa de estudios. Química*. México: Subsecretaría de Educación Media Superior.
- Touriñán L., J. M. (2013). Conocer, enseñar y educar no significan lo mismo. El carácter y sentido de la educación como referentes de su significado desde la mirada pedagógica, *Teoría Educativa*, 25(1), pp-oo. 25-46.
- UNESCO. (2005). *Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014. Plan de Aplicación Internacional*. París. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001486/148654so.pdf>.