



La Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología en el tratamiento de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) en las asignaturas de “Salud y Adolescencia”, “Fundamentos de Química” y “Ambiente, Desarrollo y Sociedad”

The Nature of Science and Technology in the treatment of Foodborne Diseases (FD) in the subjects of “Health and Adolescence” , “Chemistry Basics” and “Environment, Development and Society”

Damian Lampert

CONICET-Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes
Damian.lampert@unq.edu.ar

Marcelo Salica

Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ciencias de la Educación, Departamento de Didáctica de las Ciencias Naturales, Matemática y Tecnología
marcelo_salica@face.uncoma.edu.ar

Silvia Porro

Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes
sporro@unq.edu.ar

Resumo:

Uma análise documental três desenhos curriculares (DC) é apresentada em relação aos objetivos de ensino de duas disciplinas da escola secundária da província de Buenos Aires (Argentina), “Saúde e adolescência” (SeA), “Fundamentos de Química” (FdQ) e “Meio ambiente, desenvolvimento e Sociedade” (MADeS). Em primeiro lugar, foi realizada uma análise geral de cada sujeito e, em seguida, dos conteúdos relacionados às Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA). Os conteúdos da Natureza da Ciência e Tecnologia (NdCeT) que incluem esses desenhos curriculares foram analisados e, de acordo com a taxonomia utilizada, verificou-se que todos os objetivos de aprendizagem estão associados ao NdCeT, o conteúdo da Sociologia externa da ciência (SEC) no tópico Influência da ciência e tecnologia na sociedade e vários subtemas: Responsabilidade social, decisões sociais, problemas sociais, resolução de problemas, contribuição para o pensamento social e fortalecimento social. Para o caso particular do FdQ, embora o conteúdo da SEC também esteja incluído, muitos dos objetivos estão relacionados ao eixo epistemológico. Tudo isso está relacionado aos objetivos centrais de cada disciplina sobre saúde e meio ambiente, o que permite contextualizar o conteúdo da ciência de diferentes disciplinas de maneira interdisciplinar. Além disso, ao analisar o conteúdo do NdCeT em torno



da abordagem da DTA, verificou-se que eles são apresentados como um tópico para trabalhar a influência da Ciência e Tecnologia na sociedade e, mais especificamente, a categoria de Resolução de problemas sociais.

Palavras-chave: escola secundaria; projetos curriculares; natureza da ciência e tecnologia; doenças transmitidas por alimentos.

Abstract:

A documentary analysis of the curricular designs (CD) is presented in relation to the teaching objectives of three subjects of the secondary school of the Province of Buenos Aires (Argentina), "Health and Adolescence" (H&A), "Chemistry Basics" (CB) and "Environment, Development and Society" (ED&S). In the first place, a general analysis was carried out of each subject and then, of those contents that are related to Foodborne Diseases (FD). The contents of Nature of Science and Technology (NOS&T) that include these curricular designs were analyzed and, according to the taxonomy used, it was found that all learning objectives are associated with NOS&T, the contents of External Sociology of Science (ESS) in the topic Influence of Science and Technology on Society and several sub-themes: Social Responsibility, Social Decisions, Social Problems, Problem Solving, Contribution to Social Thought and Social Strengthening. In the particular case of CB, although ESS contents is also included, many of the objectives are related to the epistemological axis.

All this is related to the central objectives of each subject on health care and the environment, which allows contextualizing the contents of science of different disciplines in an interdisciplinary way. Also, when analyzing the contents of NOS&T around the approach of the FD, it has been found that they are presented as a topic to work on the influence of Science and Technology on society and more specifically, the category of Resolution of social problems.

Keywords: secondary school; curriculum designs; nature of science and technology; foodborne diseases.

Resumen:

Se presenta un análisis documental de los diseños curriculares (DC) en relación a los objetivos de enseñanza de tres asignaturas de la escuela secundaria de la Provincia de Buenos Aires (Argentina), "Salud y Adolescencia" (SyA), "Fundamentos de Química (FdQ) y "Ambiente, Desarrollo y Sociedad" (ADyS). En primer lugar se realizó un análisis general de los objetivos de enseñanza de cada asignatura y, luego, de aquellos contenidos que se relacionan con las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA). Se analizaron los contenidos de Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) que incluyen estos diseños curriculares y, de acuerdo a la taxonomía utilizada, se encontró que todos los objetivos de aprendizajes se asocian a NdCyT, predominan los contenidos de Sociología Externa de la Ciencia (SEC) en el tema Influencia de Ciencia y Tecnología sobre la Sociedad y varios subtemas: Responsabilidad social, Decisiones sociales, Problemas sociales, Resolución de problemas, Contribución al Pensamiento social y Fortalecimiento social. Para el caso particular de FdQ, si bien también se incluyen contenidos de SEC, muchos de los objetivos se relacionan con el eje epistemológico. Todo esto se relaciona con los objetivos centrales de cada asignatura sobre el cuidado de la salud y el ambiente, lo que permite contextualizar los contenidos de la ciencia de diferentes disciplinas de



forma interdisciplinaria. Asimismo, al realizar el análisis de los contenidos de NdCyT en torno al abordaje de las ETA, se ha encontrado que las mismas se presentan como un tema para trabajar la influencia de la Ciencia y la Tecnología sobre la sociedad y más específicamente, la categoría de resolución de problemas sociales.

Palabras clave: escuela secundaria; diseños curriculares; naturaleza de la ciencia y la tecnología; enfermedades transmitidas por alimentos.

Introducción

En Argentina, más específicamente en la Provincia de Buenos Aires, los contenidos relacionados a la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) fueron incluidos en diferentes asignaturas de la escuela secundaria con el objetivo de fomentar la Alfabetización Científica. De acuerdo a las fuentes documentales de los Diseños Curriculares (DC), la modificación de los mismos se inició en el año 2005, a partir del trabajo conjunto con el profesorado. En el año, 2006 se realizó la implementación de los prediseños curriculares como experiencia piloto en algunas escuelas de la Provincia de Buenos Aires. En el año 2007, todas las escuelas secundarias básicas implementaron el Diseño Curricular para el 1° año y de esa forma sucesiva hasta llegar a 6to año. Sin realizar un análisis discursivo de los diseños curriculares, sus nombres ya parecen incluir contenidos CTS; por ejemplo, en las asignaturas: “Salud y Adolescencia”; “Ambiente, Desarrollo y Sociedad”; “Biología, Genética y Sociedad” y “Filosofía e Historia de la Ciencia y la Técnica”.

Un tema que suele aparecer en varios DC es la alimentación. Aunque muchas veces suele confundirse al mismo con la nutrición. España, Garrido y Blanco (2014) establecen la diferencia entre estos procesos, caracterizando a la nutrición como un proceso a nivel celular de carácter automático e involuntario, y a la alimentación, como una acción voluntaria y consciente que depende de factores culturales y económicos de las personas. En relación a las alimentación entran en juego las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA). Las ETA son padecimientos de la sociedad que se producen a partir de la ingesta de agua y/o alimentos contaminados con tres tipos de peligros: químicos (exceso de aditivos, agroquímicos, metales pesados), biológicos (virus, bacterias, parásitos, hongos) y físicos (restos de plantas, máquinas, guantes, joyas, cabellos). La contaminación de los alimentos puede ser causada por malas prácticas relacionadas a la manipulación de los mismos en los diferentes eslabones de producción o, como el caso del arsénico y el fluor en agua, por su origen natural y la carencia de tecnologías de remoción en diferentes regiones. Con esta descripción, las ETA son un tema CTS que permite comprender la influencia triádica de la ciencia, la tecnología y la sociedad en diferentes contextos. Entendiendo a los contextos como un modelo basado en entornos físicos, con sus justificaciones culturales (Gilbert, 2006).

En este trabajo se presenta un análisis de los diseños curriculares, en relación a los objetivos de enseñanza, de tres asignaturas: “Ambiente, Desarrollo y Sociedad”, “Fundamentos de Química” y “Salud y Adolescencia”. Esta investigación es parte de una tesis doctoral en realización sobre la enseñanza de temas CTS en torno a los alimentos y el desarrollo del pensamiento crítico en la escuela secundaria. Esta tesis se enmarca en el proyecto iberoamericano, denominado “Educación



de las competencias científica, tecnológica y pensamiento crítico mediante la enseñanza de temas de naturaleza de ciencia y tecnología” (CYTPENCRI).

La pregunta que guía esta investigación es conocer si el abordaje de las ETA se realiza desde un enfoque desde la NdCyT en los DC. La selección de las asignaturas mencionadas se debe a que se ha encontrado que en las tres se incorporan dentro de sus contenidos disciplinares aspectos relacionados con las ETA (Lampert y Porro, 2019a).

Contextualización teórica

En 1962, Raquel Carson en su libro *La primavera silenciosa* presentó el daño ambiental causado por el exceso de poder del ser humano asociada al uso de plaguicidas (Porro y Lampert, 2019). Esto llevó al nacimiento de una nueva posición social, ambiental, histórica y cultural, que permitió el abordaje de temas de la ciencia y de la tecnología y sus implicaciones en las generaciones futuras. En ese libro (Carson, 1962) se presentaron las consecuencias ambientales del uso de productos químicos en la agricultura, lo cual llevó a la discusión de las comunidades científicas y el surgimiento del Movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) (Porro y Lampert, 2019). El surgimiento del movimiento CTS estuvo, entonces, de alguna manera relacionado con la fuerte crítica al uso de plaguicidas, como el DDT y el heptacloro, en cantidades excesivas para la salud humana, los animales y el ambiente (Mallén Rivera, 2012). Los plaguicidas, al ser contaminantes para los alimentos, contribuyen a la aparición de las ETA.

La enseñanza CTS en Argentina tiene la finalidad de fomentar la alfabetización científica del estudiantado del nivel secundario, esto incluye la incorporación de contenidos de NdCyT. La NdCyT es un conjunto de meta-conocimientos que, entre otros aspectos, se ocupa de los vínculos entre ciencia y tecnología y sociedad (Acevedo et al., 2007; Vázquez et al., 2007).

La comprensión de la NdCyT por parte del estudiantado es un objetivo fundamental para la alfabetización científica, por eso su inclusión en los diseños curriculares debe ser representativa (Manassero Mas y Vázquez Alonso, 2017). Muchos países presentan DC con contenidos CTS (Quílez Pardo, 2005), por ejemplo Estados Unidos (NGSS, 2013), Colombia (Cano, 2010) y España (Manassero Mas y Vázquez Alonso, 2017). En el caso de Argentina, una de las asignaturas ya analizadas que cuenta con formación CTS mayoritaria en relación a los contenidos disciplinares en su diseño curricular, es “Biología, Genética y Sociedad” (Vilouta Rando y Porro, 2016). En dicha asignatura, predominan las Controversias Socio-científicas como eje central para el abordaje de contenidos metacientíficos (Rando, Pellegrini y Porro, 2017). Además de los DC, es importante conocer cómo los contenidos son abordados en los libros de texto, ya que constituyen una herramienta para las diversas asignaturas de nivel secundario. En el análisis de los libros de texto de las asignaturas “Biología”, “Salud y Adolescencia” e “Introducción a la Química”, se han encontrado contenidos de Sociología interna y externa de la ciencia en el abordaje de los temas de alimentación (Lampert y Porro, 2018, 2019b). Para el caso de “Fundamentos de Química” no hay en el mercado un material bibliográfico para esta asignatura. Sin embargo, el profesorado opta por utilizar, sobre todo para el tratamiento de la Química del agua, el libro QUIMCOM: Química



en la Comunidad. Esta es una adaptación- traducción del proyecto Chemistry and the Community (ChemCom), de la American Chemical Society (ACS, 1988). El libro propone temas tecnológicos relacionados con la química y con la realidad actual del mundo y la sociedad (ACS, 1998).

De acuerdo a la estructuración de la escuela secundaria de la Provincia de Buenos Aires, de seis años de duración, con un ciclo básico de tres años y un ciclo superior de otros tres con una orientación específica (Economía, Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, etc.), se seleccionaron para el análisis “Salud y Adolescencia”, “Fundamentos de Química” y “Ambiente, Desarrollo y Sociedad” por tratarse de asignaturas relacionadas con las ETA, ya sea desde un enfoque de la salud humana o desde la influencia del ambiente en la propagación y erradicación de las mismas. A continuación se describen las asignaturas:

Salud y Adolescencia

Esta asignatura corresponde al 4º año de la educación secundaria superior (estudiantes de 15 y 16 años de edad) de todas las orientaciones. En su diseño curricular se la presenta como una propuesta de temas/problemas importantes para la formación de la juventud y la adolescencia (DGCyE, 2010). Los contenidos se expresan como “Problemas” en relación a la salud, al ambiente y la adolescencia (DGCyE, 2010). Entre ellos se encuentran:

- 1) La definición actual de salud/enfermedad
- 2) Los jóvenes y los procesos de salud/enfermedad.
- 3) La Educación Sexual integral.
- 4) El derecho a la salud.
- 5) Espacios de participación juvenil en la promoción y prevención de la salud.

Tal como se mencionó en la introducción, la selección de esta asignatura se realizó por la incorporación de contenidos de ETA. Las mismas se presentan, dentro del diseño curricular, como “Patologías Prevalentes Regionales y Locales” (DGCyE, 2010), en el problema del “derecho a la salud”.

Fundamentos de Química

Esta asignatura se ubica en 5º año de la educación secundaria. Su antecesora es “Introducción a la Química” de 4º año, donde se trabaja la química y los combustibles, la alimentación (desde un punto de vista bioquímico) y los procesos industriales, y luego, en 6º año se dicta “Química del carbono”, donde se trabajan contenidos de Química orgánica y biológica.

Se organiza en tres ejes temáticos con diferentes núcleos (DGCyE, 2011a):

- 1) Eje Temático 1: Química del Agua
 - a) Núcleo 1: Agua y soluciones acuosas en la naturaleza
 - b) Núcleo 2: Equilibrios en solución



- 2) Eje Temático 2: Electroquímica y almacenamiento de energía
- 3) Eje Temático 3: Química y procesos industriales

Si bien “Introducción a la Química” cuenta con un tema de “Química y Alimentación” el mismo está orientado a otras competencias en alimentación que no se relacionan con las ETA. En “Fundamentos de Química”, dentro del Eje 1 y Núcleo 1, se establece el estudio del agua potable a partir de las especificaciones del Código Alimentario Argentino; allí se mencionan diferentes ETA que pueden ser causadas por contaminantes químicos.

Ambiente, Desarrollo y Sociedad

Esta asignatura corresponde al último año de la educación secundaria con orientación Ciencias Naturales. Pretende abordar los problemas ambientales de la actualidad a partir de las múltiples relaciones sociales y también de los seres humanos con su medio físico y natural (DG-CyE, 2011b). El objetivo central es trabajar a partir del estudio y análisis de casos relacionados con el ambiente. Para ello, considera contenidos que provienen de diferentes disciplinas, como la ecología, la toxicología, las ciencias de la atmósfera, la geología, la química, la física, la geografía, la historia, la sociología, el derecho, la arquitectura, la medicina, que fueron abordados en diferentes asignaturas durante los primeros cinco años de escuela secundaria (DGCyE, 2011b).

Los contenidos presentes en el Diseño Curricular se centran en

- 1) Conceptos de ambiente, desarrollo y sociedad
- 2) Aire, Agua, Suelo y Biodiversidad
- 3) Contaminación: análisis y evaluación
- 4) Respuestas a las problemáticas ambientales

La mayoría de los temas relacionados con la ETA se incluyen en el bloque 2, sub bloque “Agua”, cuando se menciona a la enfermedad causada por arsénico: Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico (HACRE).

Metodología

Esta investigación se realizó en dos partes:

Primera parte

Para el análisis de las asignaturas se partió de una metodología adaptada de una investigación sobre NdCyT en currículos escolares españoles (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas 2016;



Manassero Mas y Vázquez Alonso, 2017). La investigación mencionada utiliza los campos, dimensiones y categorías de la taxonomía COCTS para temas de NdCyT, en los estándares de aprendizaje evaluables (Manassero Mas y Vázquez Alonso, 2017). De una forma similar, se procedió a analizar, de cada diseño curricular, el apartado de “Objetivos de Aprendizaje” (DGCyE, 2010; DGCyE, 2011a; DGCyE, 2011b) con el fin de cualificar aquellos aspectos de NdCyT presentes. Se seleccionó este apartado dado que presenta las menciones más concretas y específicas de lo que se espera trabajar en las asignaturas. La categoría empleada para identificar los contenidos de NdCyT se basa en la clasificación de temas de NdCyT propuesta por Vázquez Alonso y Manassero Mas (2019) a partir del cuestionario VOSTS (Aikenhead y Ryan, 1992) que se incluye en el Anexo.

Segunda parte

Se analizaron los contenidos de NdCyT que se presentan en la descripción explícita e implícita que hacen los DC sobre las ETA. Para ello, se utilizó la metodología de Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2016) y Manassero Mas y Vázquez Alonso (2017), quienes realizaron un análisis exhaustivo de contenidos para identificar los correspondientes a NdCyT, con la taxonomía que se encuentra en el Anexo. Los contenidos para el análisis surgen de una investigación previa sobre la presencia de temas relacionados a las ETA en los DC (Lampert y Porro, 2019a). Para esta etapa en particular no solo se trabajó con los “Objetivos de Aprendizaje” sino también con los diferentes apartados de los DC, ya que suelen mencionar ejemplos de casos de estudios o problemáticas a trabajar en las asignaturas.

Resultados

Primera parte

Los resultados se presentan en la tabla 1, allí aparecen los objetivos de cada asignatura y los temas y subtemas de NdCyT relacionados con cada uno de ellos.

Tabla 1: Representación de los contenidos de NdCyT en las asignaturas de “Ambiente, Desarrollo y Sociedad”, “Fundamentos de Química” y “Salud y Adolescencia” (DGCyE, 2010; DGCyE, 2011a; DGCyE, 2011b)

Temas	Subtemas	Objetivo de aprendizaje de “Salud y Adolescencia”	Objetivo de aprendizaje de “Fundamentos de Química”	Objetivo de aprendizaje de “Ambiente, Desarrollo y Sociedad”
		Definiciones		
	I+D			Hacer un uso adecuado de las escalas tempo-espaciales que se deben analizar para evaluar un problema y qué información se puede obtener de cada una de ellas



Sociología externa de la ciencia				
Influencia de Ciencia/ Tecnología sobre la Sociedad	Responsabilidad social	Analizar aspectos de la Ley Nacional de Salud Sexual y Procreación responsable para poder reflexionar sobre las sexualidades y sobre la sexualidad propia, sus derechos y obligaciones, el placer y las responsabilidades.		Asumir la responsabilidad personal y social por las problemáticas ambientales y reconocer la importancia de la participación para la solución colectiva de las mismas.
	Decisiones sociales			Comprender los fundamentos del manejo sustentable de recursos naturales en términos ambientales, socioeconómicos y culturales.
	Problemas sociales	Conceptualizar críticamente la salud y los procesos de salud/enfermedad, como productos sociales, históricos y culturales Reconocer la relación entre salud y problemáticas sociales.	Evaluar los impactos medioambientales y sociales de las industrias químicas y tomar posición fundamentada respecto del uso y explotación de los recursos naturales.	Reconocer las distintas problemáticas ambientales, su importancia para la situación presente y futura, sus causas y consecuencias. Comprender las causas y consecuencias de la contaminación del ambiente. Identificar fuentes de contaminación, vías de distribución y transporte y mecanismos de transformación de contaminantes
	Resolución de problemas	Participar activa y responsablemente en la información y promoción de la salud y en las decisiones que deban tomar en relación con su salud.		Proponer análisis físico-químicos y/o biológicos, adecuados para caracterizar procesos en relación con el entorno. Reconocer y diseñar posibles acciones de mitigación y remediación para casos concretos. Contextualizar las situaciones y problemáticas ambientales abordadas, analizándolas críticamente. Reconocer qué aportes de las nuevas tecnologías pueden constituirse en una oportunidad para el logro de la sustentabilidad.



	Contribución al pensamiento social			Interpretar los diferentes contextos históricos en relación con sus consecuencias ambientales.
	Fortalecimiento social	Pensar y analizar la adolescencia como una construcción social e histórica con diferentes características según la cultura, el contexto histórico y el contexto socio – económico, y en ese sentido puedan reflexionar y repensar sus propias adolescencias		
Influencias de la ciencia escolar en la sociedad	Caracterización de la ciencia escolar		Hablar sobre los conceptos y procedimientos químicos durante las clases, las actividades experimentales y las salidas de campo, utilizando el lenguaje coloquial y enriqueciéndolo, progresivamente, con los términos y expresiones científicas adecuadas.	
Construcción social del conocimiento científico	Comunicación profesional		<p>Evaluar la calidad de la información pública disponible sobre asuntos vinculados con la química, valorando la información desde los marcos teóricos construidos.</p> <p>Leer textos de divulgación científica o escolares relacionados con los contenidos de química y comunicar, en diversos formatos y géneros discursivos, la interpretación alcanzada.</p> <p>Escribir textos sobre los diversos temas de química que se trabajen, para comunicar sus ideas, a través de las diferentes actividades propuestas:</p>	



Eje 4

El currículo CTS en la Educación en Ciencias y las competencias frente a los desafíos sociales. Cuestiones socio científicas y CTS

			investigaciones bibliográficas, informes de laboratorio, ensayos, entre otros. producir textos de ciencia escolar adecuados a diferentes propósitos comunicativos (justificar, argumentar, explicar, describir). Comunicar a diversos públicos (al grupo, a estudiantes más pequeños, a pares, a padres, a la comunidad, etc.) una misma información científica como forma de romper con el uso exclusivo del texto escolar.	
Epistemología				
	Modelos científicos		Utilizar conceptos, modelos y procedimientos de la Química en la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos relacionados con los ejes temáticos trabajados.	Identificar los distintos paradigmas de desarrollo y de ambiente y tomar posición en relación a estos, realizando un análisis crítico que cuestione los supuestos subyacentes de cada uno.
	Suposiciones de la ciencia		Identificar el conjunto de variables relevantes para la explicación del comportamiento de diversos sistemas químicos.	
	Hipótesis, teorías y leyes		Elaborar hipótesis pertinentes y contrastables sobre el comportamiento de sistemas químicos para indagar las relaciones entre las variables involucradas. Diseñar y realizar trabajos experimentales de química escolar utilizando instrumentos y dispositivos adecuados que permitan contrastar las hipótesis formuladas acerca de los fenómenos químicos vinculados a los contenidos específicos.	



	Enfoque a la investigación		Establecer relaciones de pertinencia entre los datos experimentales relevados y los modelos teóricos correspondientes.	
	Razonamiento lógico		Interpretar las ecuaciones químicas y matemáticas y cualquier otra forma de representación, para dotarlas de significado y sentido, dentro del ámbito específico de las aplicaciones químicas.	

Segunda parte

En el caso de Salud y Adolescencia, no existe un “Problema” en el cual se mencionen las ETA. Pero si, dentro del “Derecho a la Salud” (DGCyE, 2010) se incluyen *“Patologías prevalentes regionales y locales: principales problemas de salud que se registran en el ámbito local. Búsqueda y análisis de la información disponible acerca de los mismos”* (DGCyE, 2010).

En el apartado del DC donde se nombran las patologías regionales y locales se incluyen patógenos emergentes y re-emergentes que podrían ser de transmisión alimentaria.

Al mencionar los principales problemas de salud en el ámbito local, estos se relacionan con el tema de Problemas sociales y Resolución de Problemas, correspondientes a la categoría de Influencias de la ciencia y la tecnología en la sociedad, ya que la incidencia de las ETA es una problemática global que afecta a millones de personas por año. Además, no hay que olvidar que es importante la búsqueda de soluciones a los problemas como una herramienta para que el estudiantado pueda cumplir su rol participativo como establece el DC. Este aspecto de resolución de problemas, también se incluye en el DC cuando se habla de “Espacios de participación juvenil en la promoción y prevención de la salud”. El estudiantado debe adquirir compromiso y participación en la promoción de prácticas saludables que, en este caso particular, se relacionaría con la prevención de ETA.

Fundamentos de Química hace mención a las ETA a partir de la concepción de agua potable que establece el Código Alimentario Argentino:

“Los estudiantes podrán medir en el laboratorio la dureza total de distintas muestras de agua, así como analizar el pH, el color y el olor para comparar con los parámetros de calidad de agua potable dispuestos por el Código Alimentario Argentino. Se debatirá acerca de la importancia del acceso al agua potable en términos sanitarios, como problemática social y ambiental” (DGCyE, 2011a p. 111).

De esta forma, se presenta el abordaje de las ETA de origen químico que podrían afectar la calidad del agua, estableciendo su abordaje desde una concepción de problemática social. Tal es



así, que el desarrollo de prácticas experimentales se presenta en esta asignatura con el objetivo de concientizar sobre la problemática de salud pública asociada al agua potable. Por otro lado, se busca que el estudiantado sea capaz de armar un protocolo para determinar si las muestras de agua de red, agua de pozo, agua mineral de diversas zonas, agua de río, agua de mar, son potables o no, de acuerdo al límite establecido por el Código Alimentario Argentino para las características químicas (pH), físicas (turbides, color y olor) y sustancias inorgánicas (amoníaco, fluroruros, metales pesados, etc). El enfoque que se plantea para este abordaje se relaciona con los aspectos de Sociología Externa de la ciencia, subcategoría de Problemas Sociales. Si bien este tema de NdCyT no se incluye en los objetivos de aprendizaje, como puede apreciarse en la tabla 1, sí está incluido en el DC.

En relación a la asignatura Ambiente, Desarrollo y Sociedad, el tema de ETA se relaciona con los contenidos de agua y las posibilidades de acceso a fuentes potables (Lampert y Porro, 2019a). Asimismo, tal como se mencionó anteriormente, el DC plantea estudio de casos, por ejemplo el del HACRE:

“Cobra particular relevancia a la hora de pensar el manejo sustentable de los recursos en la Región pampeana, el estudio de contaminantes de origen antrópicos (expresado, por ejemplo, en la contaminación de la cuenca Matanza-Riachuelo y los cursos subterráneos como el Pampa y el Puelche) y los tóxicos naturales como el arsénico, que tiene una gran importancia en la Argentina y la provincia de Buenos Aires expresada en la frecuencia con la que aparece en la población la enfermedad del Hidroarsenismo Crónico Regional Endémico (hacre)” (DGCyE, 2011b p. 164).

“Los sedimentos poseen una alta concentración de arsénico, que es lavado por la filtración vertical de agua y, por ende, las napas de agua contienen una alta concentración natural de este tóxico, dando lugar al Hidroarsenismo Crónico Regional Endémico (hacre), una patología común en grandes regiones del país. Por lo tanto, el agua proveniente de pozos no es apta para consumo humano” (DGCyE, 2011b p. 165).

Nuevamente, se presenta un caso de una ETA, como problemática frente al acceso de agua potable, y que es frecuente en Argentina y en toda la Provincia de Buenos Aires. Por lo tanto, tanto la contaminación antrópica del agua como la natural, se expresa como uno de los Problemas sociales correspondiente a la categoría de Influencias de la ciencia y la tecnología en la sociedad. A su vez, se plantea primordialmente la resolución de problemas en relación al manejo sustentable de los recursos y al no acceso a fuentes de agua potable. Incluso, uno de los bloques del DC presenta la búsqueda de soluciones a partir de la palabra “Respuestas” e incluye entre sus objetivos los siguientes puntos: “Acciones de mitigación, recuperación y remediación sobre zonas contaminadas y manejo sustentable de recursos naturales”. Lo cual, al igual que ocurre con un bloque de “Salud y Adolescencia”, podría orientarse a la solución de los problemas de las ETA si las mismas son trabajadas como estudios de caso. En esta asignatura, además de lo que implica para la salud humana, se hace énfasis en los aspectos ambientales de la enfermedad.

Por otro lado, al presentarse esta asignatura con la metodología de estudios de casos, le brinda al profesorado la libertad de seleccionar temas que incluyan una mirada consolidada de la salud ambiental y humana. Incluso, el DC propone trabajar con la contaminación del Río Matanza Riachuelo



de la Provincia de Buenos Aires, mencionando a las bacterias coliformes fecales, es decir, aquellas que pueden encontrarse en el intestino de seres humanos y animales como *Escherichia coli*. De esta forma, el DC presenta la propuesta de trabajar diferentes ETA y zoonosis en el estudio del ambiente.

Las ETA constituyen grandes amenazas para la salud de millones de personas y, por ello, es esencial conocer la función de la ciencia y la tecnología en su prevención y erradicación. Si bien las ETA no aparecen con ese nombre en los DC de las tres asignaturas analizadas, su inclusión está presente a partir de ejemplos o la mención de los agentes causantes de las mismas. Sin embargo, la no aparición con su respectiva denominación podría llevar a que el profesorado no las incluya en el dictado de sus clases o que su abordaje sea puramente disciplinar (mencionando, causas, tratamientos), sin incluir aspectos de NdCyT.

A modo de resumen se presenta la siguiente tabla:

Tabla 2: Relación entre los temas de Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología y los contenidos de ETA en diferentes asignaturas.

Tema de Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología	Asignatura	Contenidos relacionados o que podrían asociarse al abordaje de las ETA
Influencias de la ciencia y la tecnología en la sociedad, más específicamente, los problemas sociales y la resolución de problemas	Salud y Adolescencia	Patologías Prevalentes Regionales y Locales
	Fundamentos de Química	Potabilización del agua y parámetros del Código Alimentario Argentino
	Ambiente, Desarrollo y Sociedad	El hidroarsenicismo Crónico Regional endémico. Bacterias coliformes fecales en el Río Matanza-Riachuelo.

Conclusiones

Todos los objetivos de aprendizajes propuestos por las asignaturas se asocian a temas de NdCyT; predominan los temas relacionados al eje de Sociología Externa de la Ciencia, tema Influencia de Ciencia/ Tecnología sobre la Sociedad, específicamente los problemas sociales y resolución de problemas. Esto se relaciona con los objetivos centrales de cada asignatura sobre el cuidado de la salud y el ambiente, ya que abordar estos temas en relación a la resolución de problemas permite contextualizar los contenidos de la ciencia de diferentes disciplinas de forma interdisciplinaria, en relación a la salud humana y ambiental (Lampert, 2019).

En relación a los contenidos de NdCyT en torno a las ETA, podemos concluir que los mismos constituyen una herramienta para trabajar la Influencias de la ciencia y la tecnología en la sociedad, más específicamente, los problemas sociales y la resolución de problemas.

Por último, este tipo de investigaciones adquiere relevancia dado que pueden “orientar” al profesorado en la selección y organización de contenidos fundamentados en la NdCyT. De esta



manera, los resultados presentados en este artículo, deberían ayudar a fortalecer la formación docente para la enseñanza de temas de ETA con enfoque CTS. Es de destacar que, a partir de estos resultados, se diseñaron secuencias de enseñanza sobre el tema de la ETA como problemas sociales para el desarrollo del pensamiento crítico, que van a ser aplicadas en las aulas, y su influencia sobre el aprendizaje del estudiantado será objeto de futuras investigaciones.

Agradecimientos

A la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de la República Argentina (ANPCYT) por el financiamiento de esta investigación por medio del PICT 2014 denominado “La enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) y el desarrollo del pensamiento crítico (PC)”.

Al proyecto CYTPENCRI- Educación de las competencias científica, tecnológica y pensamiento crítico mediante la enseñanza de temas de naturaleza de ciencia y tecnología-Proyecto EDU2015-64642 R (AEI/FEDER, UE) financiado por la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) –.

Al CONICET por otorgar la beca del Ing. Damian Lampert.

Referencias

- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Manassero, M. A., & Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 42-66.
- Aikenhead, G. S., & Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument: “Views on science-technology-society” (VOSTS). *Science Education*, 76, 477-491.
- American Chemical Society, ACS. (1988). *Chemistry in the Community*. Dubuque, IA: Kendall-Hunt, 1988.
- American Chemical Society, ACS. (1998). *QuimCom Química en la Comunidad*. Mexico: Addison Wesley Longman.
- Cano, C. A. Q. (2010). Enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia. *Zona próxima*, 12, 222-239.
- Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Boston, MA: Houghton Mifflin Company.
- Diseño General de Cultura y Educación (DGCyE). (2010). *Diseño Curricular para la Educación Secundaria | 4º año ES. Salud y Adolescencia*. Recuperado de: http://servicios2.abc.gov.ar/recursoseducativos/editorial/catalogodepublicaciones/disenos_curricular.html
- Diseño General de Cultura y Educación (DGCyE). (2011a). *Diseño Curricular para la Educación Secundaria | 5º año ES. Orientación Ciencias Naturales*. Recuperado de: http://servicios2.abc.gov.ar/recursoseducativos/editorial/catalogodepublicaciones/disenos_curricular.html
- Diseño General de Cultura y Educación (DGCyE). (2011b). *Diseño Curricular para la Educación Secundaria | 6º año ES. Orientación Ciencias Naturales*. Recuperado de: http://servicios2.abc.gov.ar/recursoseducativos/editorial/catalogodepublicaciones/disenos_curricular.html



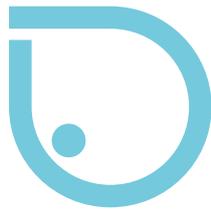
- España, E., Garrido, A. C., & Blanco, A. (2014). La competencia en alimentación. Un marco de referencia para la educación obligatoria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(3), 611-629.
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of "context" in chemical education. *International journal of science education*, 28(9), 957-976.
- Lampert, D. (2019). *Espacios con Zoonosis y Alimentos*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Editorial Autores de Argentina.
- Lampert, D., & Porro, S. (2018). Análisis del abordaje CTS sobre química y alimentación en los libros de texto de introducción a la química. Reunión de educadores en la Química, 89. Rio Cuarto: Universidad Nacional de Rio Cuarto.
- Lampert, D., & Porro, S. (2019a). ¿Se incluyen contenidos relacionados con las enfermedades transmitidas por alimentos en el nivel secundario de la provincia de Buenos Aires? *Revista Química Viva*, 3, (18). <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v18n3/E0169.html>
- Lampert, D., & Porro, S. (2019b). Análisis del abordaje de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología en los libros de "Biología" y de "Salud y Adolescencia" a partir del tema de la alimentación. *Indagatio Didactica*, 11(2), 637-645.
- Mallén Rivera, C. (2012). Rachel Carson, 50 años de romper el silencio. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 3(14), 02-10.
- Manassero-Mas, M. A., & Vázquez-Alonso, A. (2017). ¿Hay contenidos de naturaleza de la ciencia y la tecnología y pensamiento crítico en los currículos (españoles) actuales?. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, (Extra), 509-514.
- NGSS Next Generation Science Standards (2013). *The Next Generation Science Standards*. Washington: National Academy of Sciences. Consultado en <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards>
- Porro, S., & Lampert, D. (2019). Una nueva aproximación a la propuesta CTS para la enseñanza de la Química. En Maciel, M.D., Manassero-Mas, M. A., & Albrecht, E (Comp). *Ciências, tecnologia e sociedade Ensino, pesquisa e formação*. Sao Paulo: Terracota, pp. 75-88.
- Quílez Pardo, J. (2005). Bases para una propuesta de tratamiento de las interacciones CTS dentro de un currículum cerrado de química. *Educación química*, 16(3), 416-436.
- Rando, N. V., Pellegrini, P., & Porro, S. (2017). Controversias sociocientíficas en la enseñanza de la biología en Argentina: un estudio de caso. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas* (Extra), 527-531.
- Vázquez Alonso, A., & Manassero Mas, M. A. (2016). Los contenidos de ciencia, tecnología y sociedad en los nuevos currículos básicos de la educación secundaria en España. *Indagatio Didactica*, 8(1), 1017-1032.
- Vázquez Alonso, A., & Manassero Mas, M. A. (2019). Un modelo conceptual y taxonómico para estructurar el campo ciencia-tecnología-sociedad (o naturaleza de la ciencia y tecnología, o como se llame). *Indagatio Didactica*, 11(2), 121-139.
- Vázquez, A., Manassero, M. A., Acevedo, J. A., & Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la ciencia y la tecnología en la sociedad. *Educación Química*, 18(1), 38-55.
- Vilouta Rando, N., & Porro, S. (2016). Análisis de una asignatura para la educación CTS: Biología, Genética y Sociedad. *Indagatio Didactica*, 8, 1426-1437.



Anexo

Taxonomía de Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología citada en el trabajo y utilizada para el análisis de los DC. Taxonomía utilizada en los trabajos de Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2016) y Manassero Mas y Vázquez Alonso (2017)

Taxonomía de Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología	
DIMENSIONES y aspectos	Temas
1. Ciencia y tecnología	01. Ciencia
	02. Tecnología
	03. I + D
	04. Interdependencia
2. Influencias de la sociedad en CYT	01. Gobierno
	02. Industria
	03. Ejército
	04. Ética
	05. Instituciones educativas
	06. Grupos de especial interés
	07. Influencias sobre los científicos
	08. Influencias generales
3. Influencia ternaria	01. Interacción CTS
4. Influencias de la ciencia y la tecnología en la sociedad	01. Responsabilidad social
	02. Decisiones sociales
	03. Problemas sociales
	04. Resolución de problemas
	05. Bienestar económico
	06. Contribución al ejército
	07. Contribución al pensamiento social
	08. Influencias generales
5. Influencias de la ciencia escolar en la sociedad	01. Unión dos culturas
	02. Empoderamiento social
	03. Caracterización de la ciencia escolar
6. Características de los científicos	01. Motivaciones
	02. Valores y estándares
	03. Creencias
	04. Capacidades
	05. Efectos de género
	06. Infrarrepresentación de mujeres



Eje 4

El currículo CTS en la Educación en Ciencias y las competencias frente a los desafíos sociales. Cuestiones socio científicas y CTS

7. Construcción social del conocimiento científico	01. Colectivización
	02. Decisiones científicas
	03. Comunicación profesional
	04. Competencia profesional
	05. Interacciones sociales
	06. Influencias de los individuos
	07. Influencias nacionales
	08. Ciencia pública y privada
8. Construcción social de tecnología	01. Decisiones tecnológicas
	02. Autonomía de la tecnología
9. Naturaleza del conocimiento científico	01. Observaciones
	02. Modelos científicos
	03. Esquemas de clasificación
	04. Tentativa
	05. Hipótesis, teorías y leyes
	06. Enfoque a la investigación
	07. Precisión e incertidumbre
	08. Razonamiento lógico
	09. Suposiciones de la ciencia
	10. Estatus epistemológico
	11. Paradigmas y coherencia de conceptos