

## *Ideas para el aula*

### **UNA EXPERIENCIA CTS PARA LA EDUCACIÓN ALIMENTARIA: LA ACUAPONÍA**

Damián Lampert<sup>1</sup> y Silvia Porro<sup>2</sup>

1-CONICET – Universidad Nacional de Quilmes.

2-Universidad Nacional de Quilmes

E-mail: [damian.lampert@unq.edu.ar](mailto:damian.lampert@unq.edu.ar)

**Resumen.** En este trabajo se presenta una propuesta de enseñanza CTS para fisicoquímica de la escuela secundaria a partir de una Unidad Didáctica (UD) sobre acuaponía. Se muestran las etapas de trabajo, los materiales y las competencias a desarrollar. El objetivo de la aplicación de la UD fue fomentar la motivación y las competencias de pensamiento crítico en el estudiantado lo cual se pudo analizar a partir de una encuesta y entrevista realizada al estudiantado al finalizar la UD.

**Palabras claves:** Educación CTS, Acuaponía, Pensamiento Crítico, Alimentos, Competencias

#### **STS experience for food education: the aquaponic**

**Abstract.** In this paper we present a CTS teaching proposal for physical chemistry of the secondary school from a Didactic Unit (DU) on aquaponics. The work stages, the materials and the competences to be developed are shown. The objective of the application was to encourage motivation and critical thinking skills in the student body, which could be analyzed from a survey and interview conducted at the end of the DU.

**Key words:** STS Education, Aquaponic, Critical thinking, Food , Competences

#### **INTRODUCCIÓN**

En Argentina, en el Diseño Curricular de la provincia de Buenos Aires, existe una serie de conceptos emergentes sobre Ciencia y Tecnología de Alimentos (CyTdA), que se incluyen en diferentes asignaturas como Físicoquímica, Química, Biología, Salud y Adolescencia y Ciencias Naturales. Estos conceptos cada vez son más usados en ámbitos diversos para caracterizar a una ciudadanía bien formada en relación con la alimentación y la nutrición. No se intenta transmitir una idea independiente de la alimentación sino, trabajar desde un enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) para contribuir a que el estudiantado se forme desde una perspectiva crítica y pueda elaborar opiniones fundamentadas frente a los problemas que se le presenten en su vida cotidiana (Porro y Roncaglia, 2016). De esta manera, el desarrollo de la CyTdA se convierte en

un espacio para observar la enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) y su relación con los conocimientos disciplinares.

El objetivo de la educación CTS se enmarca en la crisis que está atravesando la enseñanza de las ciencias, en la que tanto el profesorado como el estudiantado opinan que a la hora de llevar a la práctica la alfabetización científica existen múltiples impedimentos (Acevedo Díaz, 2004). Trabajar la CyTdA en función de los contextos socioculturales, políticos y económicos es una parte fundamental en la enseñanza de las ciencias naturales que permite una adecuada comprensión de la NdCyT (Acevedo Díaz y García Carmona, 2016).

Los enfoques CTS en la educación suponen, entonces, la confluencia de propuestas que promuevan la participación del estudiantado en los problemas diarios. De esta forma, la educación CTS se presenta como una herramienta para que los contenidos de las disciplinas científicas puedan ser aplicados a cualquier ámbito en que se desarrolle el estudiantado una vez finalizada la escuela secundaria (Acevedo Díaz, Vázquez Alonso y Manassero Mas, 2003). La CyTdA, desde un enfoque CTS, permite desarrollar habilidades y competencias de pensamiento crítico que le permiten al estudiantado actuar en diferentes aspectos de la vida en relación con la producción y manipulación de alimentos desde una perspectiva de experimentación vivencial (Jiménez, 2016).

En este trabajo se presenta una Unidad Didáctica (UD) diseñada en el marco del proyecto Educación de las competencias científica, tecnológica y pensamiento crítico mediante la enseñanza de temas de naturaleza de ciencia y tecnología<sup>1</sup> (CYTPENCRI), un proyecto internacional del que participan varios países de Iberoamérica. La UD fue denominada "*Peces para la seguridad alimentaria*" la cual se basa en la inclusión de contenidos de acuaponía e hidroponía para la enseñanza de la física y la química (Martínez-Yáñez y Albertos, 2014; Dron y col., 2018). En el contexto del CYTPENCRI ésta se enmarca en el campo de la Sociología Externa de la Ciencia, en el tema Influencia de la Ciencia y la Tecnología sobre la Sociedad, subtema contribución al pensamiento social y la resolución de problemas. Para evaluar su aplicación, se utilizarán instrumentos de entrevistas diseñados desde diversos contextos y aplicados con una metodología explícita en diversas aulas.

## **OBJETIVO**

Presentar una UD para la enseñanza de la física y la química desde un enfoque CTS e investigar el efecto de la aplicación de la misma en relación a la motivación y el pensamiento crítico del estudiantado participante.

*1 Proyecto EDU2015-64642-R, AEI/FEDER, UE, subsidiado por la Agencia de Investigación Estatal Española y la European Regional Development Foundation*

## METODOLOGÍA

La UD se aplicó en un curso de Físicoquímica de 3er año secundaria de la Provincia de Buenos Aires. La muestra estuvo compuesta por un grupo experimental de 28 estudiantes (16 mujeres y 12 hombres), de entre 15 y 16 años. Para evaluar esta UD se utilizó un modelo de encuesta desarrollado dentro del CYTPENCRI que fue aplicada al culminar la UD. En la misma se incluyen diferentes variables como competencias científicas, utilidad de la UD, motivación, intereses, dificultad y satisfacción personal. A continuación, se adjunta el modelo de la encuesta realizada:

Preguntas	No/Nada Muy insuficiente	Poco Insuficiente	Medio Suficiente	Bastante	Si/total
1.- ¿Crees que esta Secuencia de Aprendizaje te ha ayudado a adquirir competencias científicas?	1	2	3	4	5
2.- ¿Consideras útil lo aprendido con esta secuencia?	1	2	3	4	5
3.- ¿Consideras interesante lo aprendido con esta secuencia?	1	2	3	4	5
4.- Tu grado de motivación en la secuencia ha sido...	1	2	3	4	5
5.- ¿Cómo valoras el tiempo dedicado a la secuencia?	1	2	3	4	5
6.- ¿Cómo valoras el grado de dificultad de la secuencia?	1	2	3	4	5
7.- ¿Crees que la secuencia te ha ayudado a ser una persona más crítica?	1	2	3	4	5

**Tabla 1.** Encuesta realizada propuesta por el CYTPENCRI.

Asimismo, la encuesta estuvo acompañada de una entrevista personal al estudiantado sobre qué fue lo más significativo y lo menos significativo de la UD.

## Unidad didáctica

### Justificación

La acuaponía es una técnica que se refiere al desarrollo de vegetales sin la utilización del suelo en relación con la producción de peces. La acuaponía utiliza los desechos sintetizados por seres acuáticos que, por acción de diferentes microorganismos, se convierten en nitratos los cuales son absorbidos y utilizados por las plantas. Este sistema es muy útil ya que todos los desechos producidos por los peces son químicamente

similares a los nutrientes que necesitan las plantas para desarrollarse (Martínez-Yáñez y Albertos, 2014). De esta forma, la planta incorpora los desechos de los peces y actúa como filtro biológico limpiando el agua de forma tal que los peces quedan con un ecosistema sin ningún tipo de contaminante (Parker, 2002; Van Gorder, 2000). En palabras de Martínez-Yáñez y Albertos (2014) hay dos grupos de bacterias que favorecen el circuito: *Nitrosomonas* y *Nitrobacter*. El amoníaco liberado por el excremento de los peces se protona y se forma el ión amonio, el cual es convertido en nitrito por las *Nitrosomonas* y este último componente se convierte en nitrato por la acción de las *Nitrobacter*. El cual es utilizado por las plantas para su crecimiento y desarrollo.

El sistema acuapónico es un claro ejemplo de la enseñanza CTS de diversos conceptos científicos como reacciones químicas, conservación de la masa y la energía, nutrición animal, seguridad alimentaria, ecosistemas, entre otros (Martínez-Yáñez y Albertos, 2014). Asimismo, al no requerir de tierra y permitir la renovación de agua, es un sistema que permitiría el abastecimiento de alimentos sin explotar el suelo de una forma excesiva y evitar la contaminación química por parte de agroquímicos.

#### Competencias básicas para desarrollar

Pensamiento crítico, capacidad de asociación, reflexión, generalización, trabajo grupal colaborativo y comunicación de la información de forma escrita y oral.

#### Objetivos de la UD

Indagar sobre la acuaponía y su relación con la seguridad alimentaria.

Trabajar contenidos disciplinares como reacciones químicas de nitrificación, conservación de la materia y energía a partir de un caso concreto.

#### Material de trabajo:

Pecera traída por el profesorado.

Plantines de productos vegetales.

Artículos científicos relacionados con la acuaponía.

Instrumentos de laboratorio varios.

#### Desarrollo y actividades:

El desarrollo de la UD se fue realizando en diferentes clases:

#### **Clase 1**

En primer lugar, se realizó una puesta en común con el estudiantado sobre sus creencias acerca de la acuaponía. Específicamente sobre las ventajas ambientales de la misma. Para ello, se llevó a cabo un debate

a partir de las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el problema ambiental que puede ocasionar el cultivo excesivo de suelos?
- ¿Existen alternativas para la producción de alimentos de origen vegetal que permitan evitar las problemáticas?

Asimismo, se presentó una imagen de la hidroponía para introducir en la temática. Al finalizar, se brindó una actividad en la cual el estudiantado debía investigar sobre:

- El concepto de Seguridad Alimentaria
- La historia de la Hidroponia, más específicamente en relación a los jardines colgantes de Babilonia.
- Alternativas sustentables para la producción de alimentos de origen vegetal.

## **Clase 2**

En función de la información proporcionada por el estudiantado se relacionó a la hidroponía como ejemplo de tecnología para fomentar el acceso y distribución de alimentos de calidad para la ciudadanía. De esta forma, se relacionó dicha tecnología sustentable de producción de alimentos con la concepción de Seguridad Alimentaria. Asimismo, trabajar con la historia de la hidroponía permitió romper con la imagen del estudiantado de la hidroponía como "algo nuevo" o "moderno".

A partir de la pregunta 3, sobre otras alternativas de producción sustentable, se comenzó a presentar la tecnología de la acuaponía. La misma se realizó bajo una clase expositiva por el docente a cargo en la cual explicó los siguientes puntos: historia, ventajas y desventajas.

## **Clase 3**

Se continuo con la descripción de la tecnología de la acuaponía y se procedió al trabajo grupal del estudiantado. Para ello, se propuso que en 3 grupos diferentes relacionen la tecnología en cuestión con distintos contenidos disciplinares que fueron trabajados en la asignatura:

- Reacciones químicas

En este punto se esperaba que el estudiantado pueda relacionar las ecuaciones químicas lo que ocurre en el proceso acuapónico: el amoníaco liberado por el excremento de los peces se protona y se forma el ión amonio, el cual es convertido en nitrito y este último, en nitrato.

- Contaminantes químicos de los alimentos.

En este tema se esperaba que puedan relacionar la acuaponía con la contaminación de los alimentos de origen vegetal por agroquímicos y

contaminantes externos. De forma que se pueda resaltar otra de las ventajas de la tecnología.

- Cambio climático

Este punto permitía valorizar aún más la tecnología en función de las consecuencias del cambio climático como lluvias excesivas y sequías.

#### **Clase 4**

En esta clase se establecieron los criterios básicos para llevar a cabo un sistema acuapónico educativo que, a diferencia del sistema convencional, solo busca el crecimiento de especies vegetales a partir de peceras que contaba el estudiantado. Como no fue posible realizar un sistema en la institución, se estudiaron todos los parámetros y el estudiantado que contaba con peceras en su hogar, realizó la simulación. Sin embargo, siguiendo lo establecido por Martínez-Yáñez y Albertos (2014) se explicaron y reiteraron, en función de la medición de la calidad del agua del sistema, diferentes conceptos básicos de química como el control de la temperatura, medición y ajuste del pH y de la conductividad térmica.

#### Actividades finales

La actividad final consistió en un informe integrador al culminar el año en el cual el estudiantado debía explicar la acuaponía en función de los contenidos vistos en la asignatura y brindar una breve opinión con argumentos sólidos sobre la implementación de esta tecnología. No solo teniendo en cuenta los aspectos ambientales y alimentarios sino también éticos, sociales, económicos y tecnológicos. Por otro lado, para hacer extensiva la propuesta, se realizó una muestra al final del ciclo lectivo para transmitir la tecnología al resto de la institución. La misma se realizó a partir de la proyección de videos, láminas, el simulacro de un sistema y charlas del estudiantado.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos se representan a partir del análisis cuantitativo de la elección del estudiantado en la tabla 2. Como puede observarse, más del 90% del estudiantado valoró de forma positiva el desarrollo de la UD en los diferentes aspectos mencionados.

Preguntas	No/Nada Muy insuficiente	Poco Insuficiente	Medio Suficiente	Bas-tante	Si/ total
1.- ¿Crees que esta Secuencia de Aprendizaje te ha ayudado a adquirir competencias científicas?	0	0	0	2	26
2.- ¿Consideras útil lo aprendido con esta secuencia?	0	0	1	1	26

3.- ¿Consideras interesante lo aprendido con esta secuencia?	0	0	1	0	27
4.- Tu grado de motivación en la secuencia ha sido...	0	0	1	0	27
5.- ¿Cómo valoras el tiempo dedicado a la secuencia?	0	0	0	0	28
6.- ¿Cómo valoras es el grado de dificultad de la secuencia?	23	4	1	0	0
7.- ¿Crees que la secuencia te ha ayudado a ser una persona más crítica?	0	0	0	2	26

**Tabla 2.** Resultados de la encuesta realizada

Por su parte, entre las respuestas más significativas de las entrevistas se obtuvieron las siguientes.

*"No conocía la técnica de la acuaponía y es algo muy bueno de usar incluso en las casas para estudiar temas de biología, como fotosíntesis"*

*"estaría bueno que todos los temas de química se dieran así. Cuando vimos reacciones me quedaba la idea de que solo quedaba en flechas y reactivos, pero ahora, fue interesante ver como se aplica con la materia fecal de los peces y el crecimiento de la planta"*

*"están pasando muchas catástrofes ambientales a nivel mundial y esto es una alternativa super importante. Por ejemplo, para países de África donde hay muchos ejemplos de desnutrición y falta de acceso a recursos"*

*"creo que la acuaponía, más allá de no gustarme fisicoquímica, nos hace pensar sobre cómo contribuir al medio ambiente"*

Del análisis de los resultados cualitativos se puede observar como la acuaponía impulsó la motivación hacia la química y la relación de los contenidos disciplinares con el contexto socioeconómico mundial. Lo cual, lleva a pensar, que las prácticas de enseñanza CTS fomentan las competencias críticas y la ciudadanía del estudiantado en relación con el estudio de la naturaleza.

## **CONCLUSIONES E IMPLICACIONES FUTURAS**

La experiencia, no solo representó un tema novedoso e innovador para trabajar en el aula, sino que permitió un abordaje crítico por parte del estudiantado. El hecho de que una parte del estudiantado haya manifestado que le resultó más llamativo el estudio de la química utilizando ejemplos de la vida cotidiana lleva a seguir afirmando la importancia de la educación CTS en la didáctica de las ciencias.

Asimismo, es importante contribuir desde la enseñanza de las ciencias a las problemáticas que engloban a nuestra sociedad y que permite formar una ciudadanía más crítica y con mayor predisposición al cambio.

Por su lado, esta UD se seguirá aplicando, continuando con la secuencia metodológica del CYTPENCRI, utilizando el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia-Tecnología-Sociedad, COCTS (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001), un banco de 100 cuestiones de opción múltiple cuyos contenidos cubren todas las dimensiones habituales en la investigación sobre NdCyT, y, el Test de Halpern (Halpern, 2007), un test validado para la evaluación de diferentes habilidades del Pensamiento crítico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las enseñanzas de las ciencias: educación científica para la ciudadanía, *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 1, 3-16.
- Acevedo Díaz, J. A., Vázquez Alonso, A. y Manassero Mas, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2(2), 80-111.
- Acevedo Díaz, J.A. y García Carmona, A. (2016). Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 13, nº 1, pp. 3-19.
- Dron, S., Balboa, M., Lampert, D., Verdecia, E., y Porro, S. (2018). Una propuesta de enseñanza CTS para la educación alimentaria: la huerta hidropónica. *3ra Reunión de Jóvenes Investigadores de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes*.
- Halpern, D. F. (2007) *Halpern Critical Thinking Assessment Using Everyday Situations: Background and Scoring Standards*, Claremont McKenna College, Claremont, CA, USA.
- Jiménez, A. (2016). Acuaponía: Herramienta educativa para el aprendizaje transversal de las ciencias. *Ciencia y desarrollo*, 16(2), 83-90.
- Manassero, M. A.; Vázquez, A. y J. A. Acevedo (2001). *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat. Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears*, Palma de Mallorca.
- Martínez-Yáñez, R. y Albertos, A.P.J. (2014). La acuaponía como herramienta didáctica para la enseñanza de la ciencia y la tecnología. *IV Congreso Internacional de Educación Superior*, 212- 222.
- Parker, R. 2002. *Aquaculture science*. (2a. edición). Delmar. Albany, NY. USA.
- Porro, S., y Roncaglia, D. I. (2016). La educación CTS en la formación de docentes y otras profesiones. *Indagatio Didactica*, 8(1).
- Van Gorder, S. D. (2000). *Small scale aquaculture. The Alternative Aquaculture Association*. Breinigsville, PA, USA.