



Con el agua: ¡mójate! Un proyecto de innovación docente y alfabetización científica

Hortensia Morón Monge^{a,*}, Paula Daza Navarro^b

^a Departamento de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad de Sevilla, C/ Pirotecnia s/n . 41011 Sevilla, España.

^b Departamento de Biología celular, Universidad de Sevilla, Avda. Reina Mercedes, 6. 41012 Sevilla, España.

PUNTOS DESTACADOS

- La principal finalidad del proyecto es mejorar la alfabetización científica de los futuros docentes de educación infantil y primaria en el contexto de una temática socioambiental actual.
- Es de especial importancia la implementación de metodologías didácticas que vayan más allá de la clásica transmisión de conocimientos de un profesor a sus estudiantes.
- Es de destacar la interdisciplinariedad del proyecto que aquí se presenta puesto que el profesorado pertenece a áreas de conocimiento complementarias, como son Biología Celular y Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- El hecho de que nuestro alumnado además de realizar una labor de investigación, haya hecho una labor divulgativa sobre sus investigaciones supone, no solo una toma de conciencia sobre ellos mismos en relación a la problemática tratada sino también de concienciación y activismo ciudadana.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historial del artículo:

Recibido el 24 de octubre de 2018

Aceptado el 11 de enero de 2019

Publicado el 09 de abril de 2019

Palabras clave:

Alfabetización científica

Investigación escolar

Formación de maestros

Agua.

RESUMEN

Se presentan los resultados de un Proyecto de Alfabetización Científica llevado a cabo por segundo año consecutivo, por un grupo de profesoras de los Departamentos de Biología Celular y Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, de la Facultad de Ciencias de la Educación, de la Universidad de Sevilla (España). El objetivo de dicho proyecto es mejorar los conocimientos sobre ciencia de los estudiantes de los Grados de Infantil y Primaria, usando como excusa la temática del agua y su problemática socioambiental. La innovación docente posiciona al alumnado en un lugar protagonista del proceso enseñanza-aprendizaje, donde no solo aprenden ciencias a partir del tema seleccionado mediante el método científico, sino que además toman el rol activo de divulgadores científicos desarrollando así competencias propias de la praxis docente. El proyecto, culmina con la celebración de un seminario constituido con expertos en distintas disciplinas relacionadas con el agua.

© 2019 Morón Monge & Daza Navarro CC BY-NC 4.0

1. Introducción

Es incuestionable que la ciencia impregna casi todas nuestras acciones, hábitos, tareas, configura los procesos naturales (biológicos y geológicos) y por supuesto determina acontecimientos, conversaciones, resuelve problemas cotidianos. Los conocimientos científicos se integran en el saber humanístico ya que forman parte de la cultura básica de todos los ciudadanos y, por ello, debe ser en la actualidad parte del saber esencial de las personas de manera que permita interpretar la realidad con racionalidad y libertad, ayude a construir opiniones libres y a dotarnos de argumentos para tomar decisiones. Esto pone de relieve la necesidad de tratar las ciencias desde un enfoque integrador, donde se aúne lo experimental con lo social (Pujol, 2002). Hablamos de *alfabetización científica* (Marco-Stiefel, 2004; Acevedo, 2004), de convertir

la educación científica en parte esencial de la educación de las personas, o dicho de otro modo de “humanizar las ciencias y científizar las humanidades” (Pujol, 2002).

Desde esta perspectiva los contenidos que trabajamos con nuestro alumnado deben estar orientados a la adquisición de las bases propias de la cultura científica, obteniendo una visión holística, racional, sistémica e interdisciplinar de nuestro entorno con la que puedan abordar los problemas actuales relacionados con la vida (Cantell y Rikkenen, 2003), la salud, el medio y las aplicaciones tecnológicas, es decir ciencia-tecnología-sociedad (CTS), con la finalidad de una ciencia para todos (Carpena y Lopesino, 2001; Gavidia y Rodes, 2007). En la figura 1, se sintetiza esta visión de la enseñanza de las ciencias desde una alfabetización científica.

Para desarrollar esta enseñanza de las ciencias, con nuestro alumnado universitario, los futuros maestros de Primaria e Infantil, necesitan construir un conocimiento general pero profundo tanto de la ciencia (los contenidos más estructurantes de las disciplinas implicadas), como sobre la ciencia (la naturaleza epistemológica de este conocimiento, las estrategias con la que se construye,

*Autor principal: Hortensia Morón Monge. Departamento de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad de Sevilla, C/ Pirotecnia s/n 41011 Sevilla, España.

Correos electrónicos: hmoron@us.es (H. Morón Monge) pdaza@us.es (P. Daza Navarro).

las relaciones entre ciencia-tecnología, sociedad, etc.). En nuestras aulas, sin embargo, venimos detectando en diferentes cursos la escasa formación científica que tiene el alumnado, así como su escaso interés e implicación en el aprendizaje de esta materia. Esta deficiencia se constata más aún en cómo se enfrentan ante la comprensión de problemas socio-ambientales, así como en la búsqueda de soluciones teniendo como base el conocimiento científico.

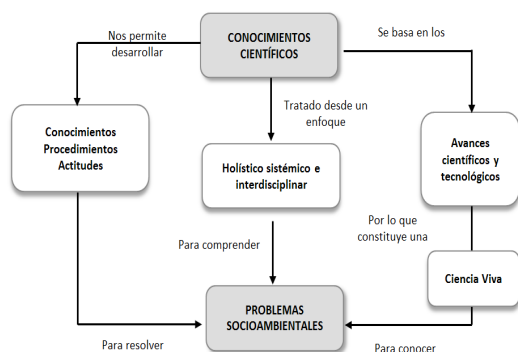


Figura 1: Síntesis de la importancia de la enseñanza de los conocimientos científicos. (Modificado de Morón-Monge, Morón MC, Wamba y Jiménez Pérez, 2012)

Este panorama pone de relieve la necesidad de promover, también en la formación de maestros, una formación científica más humana y social, ligada al contexto real en el que se desenvuelve el alumnado, que conecte con sus intereses e ideas previas. Se trata de que puedan vivir en primera persona una enseñanza de las ciencias análoga a la que ellos deben propiciar después con los alumnos de Primaria.

Con este objetivo, se planteó este proyecto de innovación de trabajo en red entre determinados profesores de los departamentos de Biología Celular y Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universidad de Sevilla, que tiene entre sus fines la contribución a la mejora de la formación científica de los futuros maestros y maestras de Primaria y de Infantil titulado *Proyecto de alfabetización científica en la Facultad de Ciencias de la Educación. Parte II*. El primer Departamento imparte la asignatura *Fundamento de Ciencias Naturales II* en el primer curso del Grado en Educación Primaria, mientras que el segundo Departamento es responsable de la docencia de las asignaturas *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, en segundo curso del Grado de Primaria y *Taller de exploración del entorno*, en el cuarto curso del Grado de Educación Infantil. De este modo, las acciones del proyecto están encaminadas a impregnar al alumnado de una cierta cultura científica, haciéndole protagonista de su propio proceso de aprendizaje.

1.1 Antecedentes

El trabajo que aquí se muestra (curso 2015/2016) tiene como antecedentes los resultados y la experiencia obtenida del proyecto anterior concedido en la convocatoria del 2014/2015, descritos en Martín, Morón-Monge, Solís-

Espallargas y Rivero (2016). Dicho proyecto titulado, Proyecto de alfabetización científica en la Facultad de Ciencias de la Educación, finalizó con la organización de la I Jornada de Educación Científica de la Facultad de Ciencias de la Educación, en la que cobraron especial protagonismo las presentaciones de proyectos científicos realizados por los estudiantes. La evaluación de los resultados nos ofreció un soporte del grado de éxito del trabajo y de posibles mejoras para las próximas ediciones. Algunos de los resultados que avalan el éxito de dichas jornadas son los siguientes:

- *La evolución de los conocimientos de los estudiantes:* Los datos nos muestran que se han producido avances hacia mayores niveles de complejidad atendiendo a sus concepciones sobre las ciencias y la investigación escolar, así como una mayor profundización en contenidos científicos relacionados con el tema tratado (la alimentación).
- *El gran número de participantes y proyectos realizados por el alumnado e implicación de los mismos:* Se realizaron 42 investigaciones, sobre los problemas de alimentación planteados.
- *La realización de unas primeras Jornadas de Alfabetización Científica de la Facultad de Ciencias de la Educación.* Tuvo lugar por primera vez en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla bajo el título *¿Somos lo que comemos?*, donde participaron más de 500 estudiantes, profesores y público diverso.
- *La producción de materiales didácticos obtenidos:* elaboración de dos DVDs que recogieron el desarrollo de dichas jornadas. Uno de ellos recoge la exposición que los alumnos llevaron a cabo, en el que se filmaron todos los stands con Proyectos de Ciencia. El otro DVD, muestra el desarrollo del seminario “Diálogos con-Ciencia” como parte de la I Jornada de Educación Científica de este proyecto.

1.2 Desarrollo de la experiencia

Hemos distinguido tres aspectos en el desarrollo del proyecto:

Línea 1. *Estudio de las concepciones iniciales y finales de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia:* se ha elaborado un cuestionario para conocer las ideas de los estudiantes sobre ciencia e investigación científica, con objeto de analizar las ideas previas de los/as alumnos/as sobre la naturaleza de la ciencia y comprobar en qué medida dichas ideas previas cambian tras la finalización del proyecto de innovación. El mismo cuestionario fue respondido por los estudiantes de manera individual al inicio y al final del desarrollo del proyecto.

Línea 2. *Talleres de investigación científica escolar sobre el agua:* El diseño y puesta en marcha de los talleres, es una de las actividades del proyecto que más tiempo ha ocupado, debido a la necesidad de trabajar de forma gradual y continua, los contenidos que se iban a abordar en las jornadas. La dinámica llevada a cabo se resume de la siguiente forma:

- Presentación del proyecto a los estudiantes.
- Organización de los estudiantes en equipos de trabajo.
- Elección de la temática a investigar por cada equipo.

Para elegir las temáticas se presentó a los estudiantes una serie de problemas y contenidos que ofreciesen una visión general de la temática y que facilitara la elección de las investigaciones (Tabla 1).

Tabla 1

Temáticas y problemáticas a elegir relacionadas con el agua.

- Importancia para el desarrollo de comunidades humanas, animales y vegetales.
- El agua como origen de la vida.
- Guerras por el agua como recurso.
- Consumo. Uso y abuso.
- Potabilización, mecanismos de transporte.
- Propiedades físico-químicas.
- Una propiedad: La tensión superficial
- Flotabilidad de los cuerpos.
- Disoluciones
- Cantidad de agua en materia viva y en materia muerta
- Cambios de estado
- Organismos indicadores de la calidad del agua. (microorganismos, cebollas,...)
- Distribución en el planeta, estados, fenómenos de erosión, cambios del relieve.
- Propiedad. Costo. Acceso. Politización.
- Cambio climático, lluvia ácida, nivel del mar, cambios en el nivel freático, humedales naturales, pozos, desalinizadoras
- Localización de acuíferos, buscadores de agua.
- Juegos de agua, relojes, termómetros, lámparas...
- La vida en el mar y los ríos. Los seres vivos colonizaron la parte terrestre del planeta después
- Los peces y sus branquias.
- Microinvernaderos
- Sal: ósmosis, para hielo de carreteras, conservación de los alimentos

Línea 3. Organización de las II Jornadas de Educación Científica de la Facultad de Ciencias de la Educación: El 16 de Diciembre de 2015 se ha desarrollado la II Jornada de Educación Científica en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla con el slogan "Con el agua ¡mójate!", con la que se pretende convertir la Educación Científica en parte esencial de la formación de los futuros maestros y maestras de Infantil y Primaria.

Los objetivos que se persigue esta actividad son:

- Ayudar a los participantes al desarrollo de una cultura científica que permita entender mejor el mundo en el que se desenvuelven.
- Implicar a los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias mediante estrategias innovadoras.
- Acercar la ciencia para dar respuestas a problemas socio-ambientales.
- Difundir los conocimientos científicos haciéndolos extensibles a la comunidad universitaria.

Para una mejor difusión y publicidad de esta Jornada se realizaron lonas y se dispusieron carteles en la Facultad de Ciencias de la Educación (Fotografía 1). Asimismo, se hicieron camisetas relacionadas con la temática para que tanto alumnos como profesoras la llevaran durante el desarrollo de dicha Jornada.



Fotografía 1: Cartel de las II Jornadas de Alfabetización científica.

1.3 Objetivos

Teniendo en cuenta el Proyecto de Innovación Docente primero, los objetivos de este proyecto se han centrado en algunos casos en los contenidos y, en otros, en la metodología llevada a cabo.

Las acciones del proyecto han estado encaminadas a mejorar la alfabetización científica de los alumnos de las asignaturas Fundamento de Ciencias Naturales II y Didáctica de las Ciencias, de primer y segundo curso del Grado de Primaria, así como el alumnado de la asignatura Taller de exploración del entorno del cuarto curso del Grado de Infantil, en la línea en que se ha planteado en apartados anteriores.

Con todo esto hemos trabajado en torno a los siguientes objetivos:

- Ayudar al alumnado al desarrollo de una cultura científica que permita entender mejor el mundo en el que se desenvuelve.
- Aumentar la alfabetización científica del alumnado.
- Desarrollar estrategias de innovación en la enseñanza de las ciencias: Actividades experimentales en el aula y en el laboratorio y preparación y desarrollo de jornadas.
- Valorizar la comunicación y difusión de los trabajos por el propio alumnado, como una fase necesaria del método científico.
- Implicar al alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias mediante estrategias innovadoras.

- Fomentar el trabajo colaborativo en el alumnado.
- Fomentar redes de trabajo conjunto entre profesorado implicado en la enseñanza de las ciencias.
- Acercar la ciencia para dar respuestas a problemas socio-ambientales.

Para conseguir los objetivos expuestos, nos hemos basado en estrategias innovadoras, como las prácticas experimentales, que ayuden al alumnado no sólo a mejorar su conocimiento científico, sino también a aplicar y valorizar este tipo de recurso educativo. Se pretende trabajar desde la experimentación, incluyendo actividades prácticas para aprender ciencia y aprender a enseñar ciencia (Lagrotta, Laburú y Alves, 2008; Carrascosa, Gil, Vilches y Valdés, 2006).

2. Metodología

La metodología didáctica que planteamos partirá de las ideas previas del alumnado para llegar a la construcción de significados cada vez más complejos. Es lo que el Grupo Investigación en la Escuela (García Díaz, 1998) determina como “progresión en la construcción del conocimiento”. El proceso de construcción conjunta se concibe en base a una investigación en donde el docente actúa como guía del proceso y el alumnado como protagonista de su propio proceso.

El primer paso sería la delimitación de problemas como pueden ser: ¿Qué es la ciencia? ¿Cómo se construye? ¿Qué implicaciones tiene el conocimiento científico en nuestra vida cotidiana? ¿Qué valor tiene la ciencia para mi desarrollo personal y profesional?, problemas que pensamos que pueden tener sentido para el alumnado y que los vincula con su vida cotidiana. Después debemos conocer y tener en consideración cuáles son las ideas previas que los alumnos tienen sobre el problema que le hemos planteado. Posteriormente es necesario aportarles información desde fuentes lo más diversas posibles, que entren en confrontación con sus ideas previas y como resultado de esa confrontación esperamos la reformulación de dichas ideas llegando a conclusiones plausibles. Cerrando el ciclo favoreceremos la comunicación de las síntesis de su trabajo al resto de compañeros y a la comunidad universitaria.

Las actividades que se llevarán a cabo serán las siguientes:

- Exploración, expresión y debate de las ideas e intereses del alumnado.
- Planificación conjunta de los problemas.
- Desarrollo de experiencias prácticas relativas a los problemas planteados, tanto en el aula como en el laboratorio.
- Organización y puesta en marcha de las II Jornadas de Educación Científica.
- Evaluación de lo aprendido y del proceso desarrollado.

3. Resultados

3.1 Ideas previas del alumnado

En relación a los cuestionarios de ideas previas, se obtuvo una muestra compuesta de 120 alumnos y alumnas,

72 del Grado de Educación Infantil y 48 del Grado de Educación Primaria. De estos, un 80% son mujeres y un 20% son hombres (Gráfico 1).

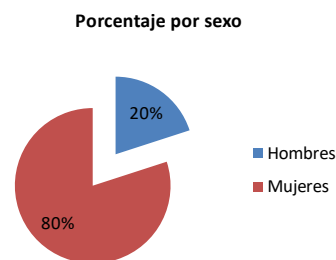


Gráfico 1. Porcentaje por sexo.

Los cuestionarios se componían de varias preguntas relativas a la visión que tenían sobre las ciencias y sus emociones. Señalar de forma general los análisis de los resultados nos muestran una visión de la ciencia por parte del alumnado, de carácter positivista, cerrada y llevada a cabo principalmente por hombres en laboratorios de forma individual.

Las emociones que muestran entorno a la ciencia son muy diversas pero la gran mayoría son positivas calificándolo de divertida, estimulante e interesante. En relación a las palabras positivas que mejor definen la relación de los estudiantes con la ciencia, las que mejor representan estas sensaciones son: curiosidad, interés y utilidad. Tras la realización del proyecto los alumnos sienten la ciencia con mayor interés (104 frente a 93), más divertida (64 frente a 48) y más útil (104 frente a 97), tal y como aparecen reflejados en la Gráfica 2. Sin embargo, parece que la curiosidad, tras la realización del proyecto no solo no aumenta, sino que disminuye (114 frente a 105), tal vez porque la implicación en este tipo de proyectos de alguna manera haya respondido o “saciado” su curiosidad entorno a qué es la ciencia y cómo se genera.

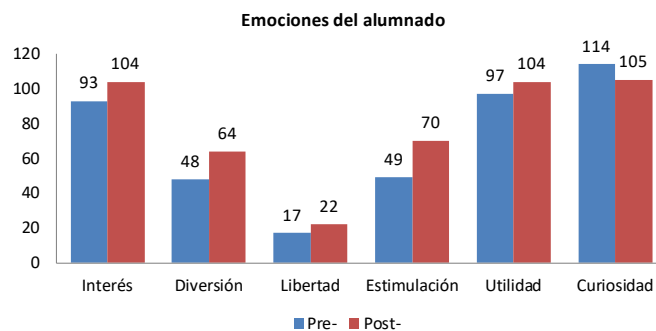


Gráfico 2. Emociones del alumnado entorno a las ciencias.

3.2 Talleres y estands

Por otro lado, en relación a la tipología de los talleres realizados ha sido muy variada en ambas clases, utilizando incluso en el mismo stand distintas formas de presentar los resultados. Algunos han sido de tipo *expositivos* (aquellos que a través de cartelería mostraban los resultados), *juegos* (los participantes interactuaban con los estudiantes para resolver algunos interrogantes), *modelos* (los estudiantes creaban modelos que representaban diferentes aspectos relacionados con el agua), *experimentales* (aquellos stands que mostraban en directo experiencias prácticas para

resolver los interrogantes), *cultura* (aquellos que muestran aspectos relacionados con el arte y el agua o la música y el agua), *sensoriales* (aquellos en los que se fomentaba que los participantes realizaran alguna actividad a través de algún sentido concreto). A continuación, se presenta un resumen de los talleres realizados en las asignaturas que podemos ver representados porcentualmente en el **Gráfico 3**.

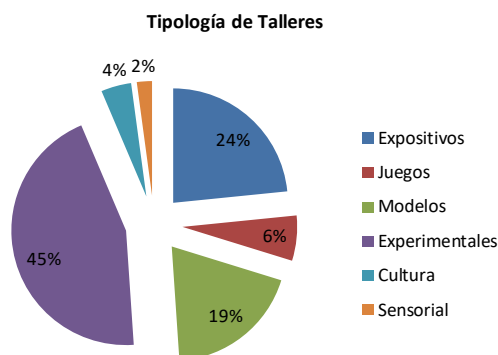


Gráfico 3. Tipología de los talleres.

Los estudiantes expusieron sus proyectos de investigación en el patio de la Facultad. A cada grupo se le facilitó un stand, paneles y diverso material de apoyo para la difusión de su trabajo. Se organizaron dos turnos, en cada uno de los cuales se expusieron 17 trabajos simultáneamente durante 1 hora y media, aproximadamente. En total se presentaron 34 proyectos de investigación.

Además de los talleres presentados por los alumnos, se contó con dos talleres de colaboración científica adicionales, gestionados por dos grupos de investigación de la Universidad de Sevilla. Uno de estos talleres estaba organizado por el Grupo TAR del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental de la Universidad de Sevilla y mostró a los alumnos el procedimiento para generar un acuario sostenible, realizando allí mismo una demostración. El otro taller, organizado por el grupo de Biodiversidad y Ecología de Invertebrados Marinos (BEIM) del Departamento de Zoología de la Universidad de Sevilla, trató de la fauna acuática de la Antártida, mediante la observación de distintas especies de animales invertebrados que llevaron previamente fijadas, además de muestras de agua de la Antártida con distintas especies de algas, que pudimos observar a través de las lupas, y que forman la dieta básica del Krill, elemento estratégico en la biología antártica, constituyendo quizá uno de los eslabones más importantes de la red trófica.

3.3 Diálogos Con-Ciencia

Finalmente, en relación a las II Jornadas de educación Científica bajo el slogan "Con el agua ¡mójate!" hace alusión a la temática del agua como hilo conductor, no sólo de los proyectos de ciencia que los estudiantes implicados han desarrollado en el aula, sino también, del seminario al cual se invita a una serie de expertos en esta materia. La jornada se organiza por el grupo de profesoras de este proyecto, adscritas a dos Departamentos (Biología Celular y Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales) En total han participado unos 150 alumnos, 9 profesoras y numeroso público asistente a las actividades propuestas (**Fotografía 2**).

En el Salón de Actos de la Facultad de Ciencias de la Educación tuvo lugar esta sesión, en la que participaron los estudiantes y una serie de expertos en distintas disciplinas relacionadas con el tema central del agua. A partir de unas cuestiones planteadas por las profesoras organizadoras, tanto los miembros de la mesa como los alumnos pudieron debatir sobre aspectos sociales, económicos, de salud, educativos y biológicos.



Fotografía 2. Diálogos Con-Ciencia

4. Conclusiones

A modo de conclusiones destacar la importancia de este tipo de proyectos de innovación docente para poder diseñar e implementar propuestas didácticas que nos ayuden a alcanzar la alfabetización científica con nuestros estudiantes de Magisterio. Con este tipo de proyectos no solo se puede trabajar de forma interdisciplinar contenidos de las ciencias, sino también su enseñanza y aprendizaje a partir de situaciones problemáticas reales (tema del agua). Asimismo, desde esta perspectiva, nuestro alumnado no solo está mejorando su conocimiento y visión sobre la ciencia, qué es y cómo se construye, sino que además le permite tomar una visión crítica de los problemas que sobre el mundo hoy acontece para tomar una postura activista ante la misma.

Tras las jornadas, se les solicitó a los alumnos participantes que nos dieran su feedback. Podemos decir que el 100% de los alumnos muestra una gran satisfacción por el trabajo realizado durante este periodo. Concretamente valoran el rol activo que han tenido durante todo el proceso, la satisfacción de poder mostrar al resto de la comunidad educativa sus proyectos/investigaciones, la facilidad que han tenido para hacerlo posible dando las gracias a las profesoras implicadas y los materiales y recursos prestados, y sobre todo el haber podido hacer todo esto en equipo y de forma cooperativa.

En este sentido, como defiende [Marqués y Reis \(2017\)](#), la educación debe trascender del objetivo de adquirir unos contenidos, sino de hacer a ciudadanos/as competentes para la participación ciudadana y el activismo. Así pues, el hecho de que nuestro alumnado además de realizar una labor de investigación, haya hecho una labor divulgativa sobre sus investigaciones supone no solo una toma de conciencia sobre ellos mismos en relación a la problemática sino también de concienciación ciudadana sobre el resto de los participantes en las jornadas desarrolladas.

A pesar de estas oportunidades didácticas que ofrece este tipo de proyectos, debemos señalar algunas dificultades a superar. La primera, es saber desarrollar un plan de trabajo que integre los distintos aspectos a trabajar por los alumnos de sus programas y planes de estudio de los dos departamentos implicados (Biología Celular y Didáctica de las CC. Experimentales), de forma interdisciplinar y bien coordinada para que realmente se alcancen los objetivos propuestos. Esta forma de trabajar implica, a su vez, un trabajo extra por parte de los docentes implicados, además de estar dispuesto a modificar y adaptar sus asignaturas al desarrollo del proyecto, sin que ello conlleve un cambio en las programaciones iniciales. Además, de este esfuerzo humano, supone también un gasto económico extra por la cantidad de materiales y recursos necesarios para ser usados en las distintas experiencias y exposiciones del alumnado, por lo que para poder realizar este tipo de innovación educativa es necesario contar con proyectos o planes que sustenten económicamente este tipo de iniciativas.

Sin embargo, estas dificultades pueden ser fácilmente superadas, si se trabaja de forma coordinada, si los programas de las asignaturas son flexibles y si son apoyadas económicamente por proyectos o programas de las facultades. En consecuencia, esta experiencia puede ser un modelo a repetir usando otros tópicos como excusa, concretamente se siguió este mismo modelo para el año posterior llevar a cabo las III Jornadas de Alfabetización científica, sobre la temática: Mujeres a-conciencia.

Es por ello, que consideramos que este tipo de propuestas puede ser un ejemplo claro y práctico de cómo trabajar desde un enfoque indagatorio para desarrollar una alfabetización científica ciudadana y empoderar a nuestros alumnos hacia el activismo social-ciudadano.

Referencias

Acevedo, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 1(1), 3-16.

Cantell, H., & Rikkenen, H. (2003). Lifelong Geographical Education. En R. Gerber (Ed.), *International Handbook on Geographical Education* (pp. 60-71). Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.

Carpena, J., & Lopesino, C. (2001). ¿Qué contenidos CTS podemos incorporar a la enseñanza de las ciencias? *Alambique*, 25, 5-20.

Carrascosa, J., Gil-Pérez, D., Vilches, A. V., & Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-181.

García Díaz, J. E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Diada.

Lagrotta, M. I. L., Laburú, C. E., & Alves, M. (2008). La implementación o no de actividades experimentales en Biología en la Enseñanza Media y las relaciones con el saber profesional, basadas en una lectura de Charlot. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 524-538.

Marco-Stiefel, B. (2004). Alfabetización científica: un puente entre la ciencia escolar y las fronteras científicas. *Cultura y Educación*, 16(3), 273-287.

Marqués, A. R., & Reis, P. (2017). Producción y difusión de vídeos digitales sobre contaminación ambiental. Estudio de caso: Activismo colectivo basado en la investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), 215-226.

Martín, M^a E., Morón-Monge, H., Solís-Espallargas, C., & Rivero, A. (2016). ¿Somos lo que comemos? Alfabetización científica e innovación docente. En *V Jornadas de Innovación Docente de la Facultad de CC. de la Educación. Investigación, Experiencias y Reflexión en la docencia universitaria*, 187-209.

Morón-Monge, H. Morón, M^a, C., Wamba, A. M., & Jimenez Pérez, R (2012). Una propuesta metodológica para la enseñanza de la biología y geología en la educación secundaria. *Revista de Educación en Biología, REB ADBIA*, 15(2), pp-58-68.

Pujol, R. M. (2002). Educación Científica para la ciudadanía en formación. *Alambique*, 32, 9-16.

Rodes, M. J., & Gavidía, V. (2007). La biología y la geología en el Real Decreto 1631/2006 que establece las enseñanzas mínimas en la educación secundaria obligatoria. *Alambique*, 53, 65-76.