



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

MASTER EN PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA,  
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS

**UNIVERSIDAD DE ALMERIA**

**ESCUELA INTERNACIONAL DE MÁSTER**



**Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y  
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.**

**Curso académico: 2016/2017**

**“DISEÑO DE UNA PROPUESTA EDUCATIVA  
PARA EL RECURSO AGUA MEDIANTE EL  
MÉTODO IBSE”**

**Nombre del Director/a: María Martínez Chico**

**Biología y Geología  
María Rodríguez Rodríguez**

<b>RESUMEN Y PALABRAS CLAVE</b> .....	2
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	3
2.1. Contenido elegido: el agua como recurso .....	3
2.2. Metodología de enseñanza a seguir: enfoque IBSE .....	4
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	6
3.1. Del presente TFM .....	6
3.2. De aprendizaje derivados de la secuencia .....	6
<b>4. FUNDAMENTACIÓN DIDÁCTICA</b> .....	7
4.1. Importancia de la Educación Ambiental y posicionamiento del docente en su enseñanza .....	7
4.2. ¿Por qué elegir el método de indagación o enfoque IBSE? .....	9
4.3. Selección de los contenidos/ideas a aprender .....	12
<b>5. PROPUESTA DE ENSEÑANZA</b> .....	13
5.1. Consideraciones previas .....	13
5.2. Secuencia IBSE sobre el recurso agua .....	14
<b>6. EXPERIENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA SECUENCIA</b> .....	26
6.1. Sensaciones y autocrítica de la secuencia .....	26
6.2. Propuestas de mejora concretas .....	27
<b>7. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA</b> .....	27
7.1. Diseño de la evaluación .....	28
7.2. Resultados y análisis .....	31
7.2.1. Análisis de las respuestas a la actividad A1 .....	31
7.2.2. Análisis de las respuestas a la actividad A12 .....	32
7.2.3. Análisis de la sensibilización/concienciación sobre el problema ambiental .....	33
7.2.4. Análisis del grado de satisfacción en los alumnos .....	34
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	35
<b>9. REFLEXIONES DE PROFESORA NOVATA Y AGRADECIMIENTOS</b> .....	36
<b>10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	38
<b>11. ANEXO</b> .....	40

## **RESUMEN**

El presente trabajo recoge una propuesta educativa de enseñanza sobre el agua como recurso utilizando para ello el método IBSE. El contenido de la propuesta está respaldado por el BOJA mediante la Orden de 14 de julio de 2016, que desarrolla el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria para la Comunidad Autónoma de Andalucía. Para el diseño de esta secuencia, ha sido necesario el estudio bibliográfico de artículos relacionados con la temática, además de la experiencia docente de su implantación en las aulas. También se presenta una evaluación de su eficacia, para comprobar la evolución del conocimiento de los alumnos además de su grado de satisfacción con la propuesta. Esta evaluación muestra resultados muy positivos en todos los casos, ya que evidencia una evolución en el conocimiento científico de los alumnos, contribuye a la concienciación/sensibilización del medioambiente mediante el estudio de un problema ambiental presente en la provincia donde viven, y además les permite experimentar un nuevo rol en el proceso de su aprendizaje, en el que son absolutamente los protagonistas.

## **PALABRAS CLAVE**

Medioambiente, método IBSE, propuesta educativa, recurso agua.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente Trabajo Fin de Máster (TFM) es un diseño de una propuesta de enseñanza para un determinado tema de ciencias, dentro del currículo de Enseñanza Secundaria Obligatoria. Esta propuesta, es el resultado de todo el aprendizaje obtenido dentro del Máster de Profesorado de Educación Secundaria, tanto del bloque específico como de las prácticas externas. Todo este aprendizaje es el punto de partida de la experiencia docente que nos queda por delante, y de la cual seguiremos aprendiendo día tras día.

El curso al cual va dirigida esta propuesta es 4ºESO, enmarcada en la asignatura de Biología y Geología, en uno de sus contenidos cuya temática versa sobre el agua como recurso natural. Además la metodología docente elegida para la secuencia es el enfoque IBSE (siglas en inglés de Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación).

El TFM comienza con la justificación del contenido y la metodología elegida para la implementación de la secuencia. Después se presentan los objetivos del TFM propiamente dichos y los objetivos de aprendizaje planteados para los alumnos. A continuación se destaca la importancia de la enseñanza del medio ambiente, por qué elegir el método IBSE, y la justificación del contenido al estar presente en el currículo de la ESO para la Comunidad Autónoma de Andalucía. Tras esto se presenta la propuesta de enseñanza que se implementó en el aula al completo, las sensaciones al trabajarla y las propuestas de mejora para su futura implementación. Por último el diseño de la evaluación planteada para comprobar la eficacia de la propuesta, su análisis, además de las conclusiones obtenidas del mismo, reflexiones y agradecimientos.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

### **2.1. Contenido elegido: el agua como recurso.**

Como todos sabemos, actualmente vivimos en una época de evolución tecnológica. En los últimos años se han sucedido una serie de cambios en la forma de ver el mundo, la forma de relacionarnos, la forma de gestionar nuestra vida y nuestro tiempo. Curiosamente viviendo en la era de la información, y teniendo esta tan a nuestro alcance, nos encontramos bastante desinformados en muchas materias y aspectos que

nos rodean. La prisa con la que vivimos, hace que normalmente no pensemos en los gestos y rutinas que hacemos a diario, ya que solemos hacerlos con el piloto automático. Poco a poco se van introduciendo en la sociedad conceptos relacionados con las consecuencias que acarrea la explotación de recursos naturales por parte del ser humano, ¿pero somos realmente conscientes del uso que hacemos de los mismos? Por este motivo me parece muy interesante reflexionar sobre las cosas más básicas que tenemos y cómo llegan a nosotros. Esto me parece primordial para valorar los recursos que nos rodean y hacer un mejor uso de ellos.

La provincia de Almería, situada en el sureste español, es una de las áreas más secas de toda Europa debido a la escasez de precipitaciones (<200 mm al año) y a la gran insolación que presenta, siendo uno de los lugares con más horas de sol de Europa (Pita López, 2003). Además en esta provincia se encuentra más de la mitad de la superficie invernada de España (unas 26.500 ha) siendo la primera productora de hortalizas del país (Ferraro y Aznar, 2008). ¿Pero entonces cómo puede esta provincia ser la más seca de España y a la misma vez ser la mayor productora de hortalizas? A partir de los años 70 se comenzó a desarrollar la agricultura intensiva bajo plástico, y uno de los principales problemas era la gestión del agua. Por este motivo se comenzaron a implantar sistemas de riego como el riego por goteo, que contribuía a una mejor gestión de este recurso tan escaso. A día de hoy la agricultura intensiva bajo plástico sigue siendo el motor económico de la provincia, pero el problema del agua cada vez se hace más grave. Es precisamente este motivo por el que tendríamos que estar concienciados de lo valioso que resulta este recurso, y más aún en una zona como Almería, por ello decidí que mi intervención intensiva en el aula la realizaría en relación a este tema, y más aun sabiendo que este contenido se encuentra recogido en el currículo de enseñanza de la Educación Secundaria Obligatoria.

## **2.2. Metodología de enseñanza a seguir: enfoque IBSE.**

Una vez elegida la temática y respaldada por la ley que regula los contenidos de aprendizaje en Andalucía, era necesario elegir la metodología de enseñanza a seguir. A día de hoy la enseñanza de las ciencias mediante transmisión de los contenidos de forma

directa del profesor, o lo que se conoce de otro modo como clases magistrales, no pasan su mejor momento. Se trata de un tipo de enseñanza desfasado que no tiene en cuenta las ideas y pensamientos de los alumnos, quitándoles el papel protagonista de su aprendizaje. Este tipo de enseñanza considera vacías las mentes de los alumnos y ese es uno de sus principales errores, ¿quién no tiene alguna idea u opinión sobre cualquier tema de la vida? Todos tenemos ideas previas sobre cualquier aspecto que nos rodea, pueden ser acertadas o erróneas, pero son nuestras ideas y por tanto no es fácil eliminarlas de golpe. Necesitamos demostrar que esas ideas son falsas para poder sustituirlas por las ideas correctas, es decir, nuestra mente no es una caja vacía a la espera de ser llenada de afirmaciones relacionadas con la ciencia (como propone la enseñanza tradicional), sino más bien una caja llena de ideas que si son erróneas debemos demostrarnos que así lo son para construir el verdadero conocimiento científico. No vamos a cambiar nuestras ideas si nadie nos demuestra lo contrario, y en relación con la temática elegida para la secuencia, el agua como recurso, cuenta con una serie de dificultades de aprendizaje e ideas preconcebidas, o dicho de otro modo, concepciones alternativas, que deben ser tenidas en cuenta a la hora de tratar esos contenidos en el aula. Por ello el enfoque tradicional pierde todo el sentido una vez más. Esto nos lleva a otro tipo de metodologías que si consideran al estudiante como protagonista teniendo en cuenta sus concepciones alternativas, metodologías como el enfoque IBSE, que finalmente ha sido la metodología empleada en esta secuencia. Algunas de las concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje que presentan los alumnos y por tanto debemos tener en cuenta para el desarrollo de la secuencia son:

- Suelen tener una visión muy estática del ciclo del agua en el que son capaces de nombrar y representar muy pocos procesos.
- No asocian al mismo proceso fenómenos similares. Por ejemplo que la evaporación no se produce exclusivamente en el mar, sino que también se puede producir en charcos, plantas, ríos...
- No tienen en cuenta las aguas subterráneas, y si las tienen en cuenta, es con una visión estática y errónea: acuíferos pensados como “huecos” en el subsuelo llenos de agua, que además no son capaces de conectar con el resto del ciclo.

- Confusión entre la finalidad de la potabilizadora y EDAR.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Del presente TFM**

Presentar un diseño de una propuesta de enseñanza de las ciencias para alumnos de Educación Secundaria Obligatoria. Fundamentando y justificando la temática relacionándola con el contenido curricular, la metodología seguida y su implementación. Además de diseñar y aplicar una evaluación para conocer la eficacia de esta propuesta.

#### **3.2. De aprendizaje derivados de la secuencia**

Relacionados con los contenidos descriptivos sobre componentes espaciales (dónde hay agua):

- Localizar/identificar y caracterizar el agua que se encuentra presente en el planeta.
- Conocer las fuentes de agua que podemos encontrar en nuestra provincia, ya que por nuestras características propias, adquieren una gran importancia las aguas subterráneas (aspecto que suele pasar desapercibido por los alumnos y que presenta dificultades en el aprendizaje).
- Adquirir una imagen de los acuíferos más ajustada a la realidad (otra de las dificultades de aprendizaje)

Relacionados con los contenidos sobre los procesos:

- Conocer el ciclo del agua natural “completo”: superficial y subterráneo, además del ciclo del agua urbana.
- Relacionar procesos y extrapolarlos a situaciones similares.

Relacionados con la sensibilización/concienciación acerca de un problema ambiental, contribuyendo así a generar una sociedad más informada, más responsable y por tanto más justa:

- Despertar el respeto por la naturaleza y el medio ambiente. Concretamente con el problema medioambiental que se trata en la secuencia, el recurso agua.

Relacionados con el grado de satisfacción:

- Involucrar al alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, haciendo que se sientan protagonistas.

Aunque es importante conocer y entender los procesos que nos rodean, y forma parte de los objetivos de esta propuesta, la finalidad de la misma y por tanto el objetivo principal, no es ni mucho menos memorizar datos y procesos, sino más bien crear una mayor concienciación medioambiental a través del conocimiento del mundo que nos rodea. Los datos y conceptos se encuentran en Internet, pero la justicia y las conciencias se encuentran en las personas.

#### **4. FUNDAMENTACIÓN DIDÁCTICA**

##### **4.1. Importancia de la Educación Ambiental y posicionamiento del docente en su enseñanza.**

Históricamente el ser humano ha utilizado los recursos que le ofrecía la naturaleza para su desarrollo y evolución. Estas demandas se han ido incrementando y haciéndose más complejas hasta el punto de poner en peligro la oferta que la naturaleza nos brinda. Esta situación se presenta debido a la presión a la que se ve sometida la naturaleza impidiéndole ejercer su resiliencia. Esta necesidad de recursos naturales es lo que provoca la pobreza y las desigualdades entre las distintas sociedades presentes en el planeta, ya que las sociedades más avanzadas necesitan de los recursos que les ofrecen las sociedades menos desarrolladas presionándolas y aumentando esa brecha social (González, 2014).

Los problemas ambientales se presentan tanto a nivel nacional como internacional, sin que se puedan resolver, a causa de que los intereses de pocos, están antepuestos a las necesidades de todos. Estos problemas se manifiestan de forma general: deterioro de la capa de ozono, efecto invernadero, cambio climático... El actual modelo de desarrollo



dominante da prioridad a una economía injusta socialmente, que nos lleva a una crisis de vida en la ecosfera (Castillo, 2010).

Por tanto el estudio del medio natural en todas sus vertientes es cada día más importante, teniendo en la enseñanza un papel más relevante al tratarse de un tema emergente, que constituye un elemento de contextualización de las ciencias y de motivación de los estudiantes. Por lo que debería de ser enseñado desde principios de transversalidad y recibiendo la consideración que merece. Actualmente los libros de texto siguen teniendo mucho peso en las aulas, por ello hay distintos proyectos que analizan el contenido de los mismos, y en general estos estudios concluyen que los libros transmiten una visión materialista del medio natural, priman la simple reproducción de conocimientos en el alumnado y no promueven la reflexión ni la acción (Hernández, Velázquez et al., 2015).

Además los profesores pueden no ser neutrales a la hora de trabajar contenidos transversales y que plasmen sus ideologías y juicios personales como modelos a seguir. Existen diferentes tipos de profesorado en relación con su posicionamiento ideológico hacia el medio ambiente, clasificándolos en cuatro tipos:

- Conservacionistas. Dan a la asignatura una orientación didáctica “catastrofista” presidida por la idea de que el desarrollo científico y tecnológico es perjudicial para el planeta y que se debe practicar un ecologismo radical.
- Desarrollistas. Se trata del polo opuesto de la anterior, ya que sus partidarios pregonan una cultura del desarrollo, siendo por tanto un posicionamiento antropocéntrico. El ser humano tiene el derecho de servirse de la naturaleza pero no tiene ninguna obligación con ella. Se someten a razones económicas y no éticas. Cada vez este posicionamiento se está viendo sustituido por el siguiente.
- Proteccionistas. También es un posicionamiento antropocéntrico. Es una ideología que afirma la supremacía del hombre sobre la naturaleza, pero alertando de los excesos que se pueden cometer. No cuestiona el modelo de sociedad desarrollista –al que considera el mejor de los posibles- pero piden leyes protectoras del medio ambiente.

- Ambientalistas. Pretenden compatibilizar mejorar la calidad de vida y el respeto a la conservación del medio desde una perspectiva de solidaridad global. Acepta la idea de que la humanidad necesita la naturaleza para sobrevivir y no plantea la necesidad de impacto cero, si no el avance hacia modelos en que nuestros impactos puedan ser absorbidos por la capacidad equilibradora de los sistemas. Es decir, defienden el desarrollo sostenible.

El profesorado que comulga con esta última ideología, considera la Educación Ambiental un importante agente para la transformación del sistema actual socioeconómico y dan al programa una orientación “ecosolidaria”, pretendiendo como objetivo principal la creación de una conciencia ética para lograr el cambio en las actitudes, valores y comportamientos, convirtiéndose en un revulsivo para las conciencias “dormidas” frente a las concepciones anteriores (Álvarez, García y Fernández, 2004).

Por todo esto, es muy importante la actitud del profesorado ante la enseñanza de estos contenidos, evidentemente esta propuesta se ha implementado con una ideología ambientalista, sin duda la más acertada. Aunque los libros de texto en líneas generales aporten una visión poco acertada del medio ambiente, es labor del profesorado ofrecer una educación de calidad basada en pensamiento crítico y valores.

#### **4.2. ¿Por qué elegir el método de indagación o enfoque IBSE?**

El concepto de indagación fue presentado por primera vez en 1910 por John Dewey, en respuesta a que el aprendizaje de la ciencia tenía un énfasis en la acumulación de información en lugar del desarrollo de actitudes y habilidades necesarias para la ciencia (Petit y Solves, 2012).

Según Fibonacci Scientific Committee (2010), la enseñanza basada en la indagación si se lleva a cabo de forma efectiva facilita la comprensión. A menudo los alumnos tienen fuertemente arraigados puntos de vista erróneos sobre fenómenos científicos que no abandonan fácilmente, y la metodología IBSE bien enseñada, ofrece la oportunidad a los estudiantes para comprobar la validez de sus ideas en situaciones reales y no en discusiones abstractas. De esta manera los estudiantes construyen conocimiento sometiendo a prueba sus ideas, discutiendo sus explicaciones con los profesores y sus

propios compañeros. La meta de la educación en ciencias no es un cuerpo de hechos y teorías, es más bien una progresión hacia ideas claves que permitan entender eventos y fenómenos de relevancia para la vida del estudiante (Harlen, 2015).

Como recoge el texto de Harlen et al. (2009), los estudiantes no pueden aprender todo lo que necesitarán saber en su vida adulta. Lo que deben adquirir son los prerrequisitos para un aprendizaje exitoso en su vida futura. Por consiguiente la educación en ciencias debe focalizar su esfuerzo en proporcionar a los estudiantes:

- Comprensión de las grandes ideas que les permitan entender aspectos del mundo que les rodea, tanto naturales como creados a través de la aplicación de la ciencia.
- Una comprensión básica de qué es la ciencia, cómo funciona y cuáles son sus fortalezas y limitaciones.
- La habilidad de comunicar experiencias e ideas en ciencias.
- La destreza para continuar aprendiendo.

Por tanto la metodología IBSE puede ayudar en gran medida a proporcionar esas herramientas que los estudiantes necesitan, al dotarlos de mayor independencia en su proceso de aprendizaje, y al fomentar el razonamiento y comprensión del mundo que les rodea.

Couso (2014) establece que las propuestas IBSE se caracterizan por:

- Girar en torno a un escenario de enseñanza-aprendizaje de investigación, generalmente de tipo práctico, donde los alumnos plantean preguntas y obtienen sus propios datos. También hay escenarios donde se usan datos disponibles.
- Dar mucha importancia a la actitud y motivación de los estudiantes, dándoles un papel muy activo y protagonista. En general se les propone trabajar en grupo.
- Enfatizar en la importancia de un papel más pasivo del profesor, usando la idea de “guía” y “facilitador” de la indagación.

- Organizar la instrucción en etapas o fases, siguiendo cierto ciclo que emula la investigación científica real.

Además la enseñanza basada en la indagación, es importante no sólo porque es coherente con cómo los estudiantes aprenden de forma más efectiva, sino por el tipo de aprendizaje que produce. El mundo en el que vivimos cambia rápidamente y para prepararse, los estudiantes necesitan saber cómo enfrenarse a nuevas experiencias y problemas. Además el fácil acceso a la información hace innecesario memorizar gran cantidad de conceptos, por tanto es más importante saber cómo acceder, seleccionar e interpretar la información (Fibonacci Scientific Committee, 2010).

Mi experiencia con este tipo de enseñanza es muy positivo. Lo he vivido como alumna y como docente. A lo largo de la asignatura “Aprendizaje y Enseñanza de la Biología y Geología” tuvimos el placer de vivir el proceso como alumnos, esto hizo que comprobáramos en primera persona las bondades de esta metodología, en la que sustituimos algunas ideas que se demostraron erróneas, muchas de ellas afianzadas durante años en nuestras cabezas. Además se hizo un proceso bastante ameno y divertido al “trabajar” por ti mismo, es decir, a ser protagonista de tu aprendizaje, y no dos orejas que escuchan hablar a un profesor durante horas. Más adelante tuve el honor de poder vivirlo como docente en las prácticas externas, llevando a la práctica dos de las secuencias que viví como alumna en el Máster, y confirmando que la metodología es muy válida viendo los resultados de mis alumnos, y el entusiasmo con la que fue recibida.

Por ello en la propuesta que recoge este TFM, se ha intentado seguir un enfoque IBSE en todos los aspectos en los que ha sido posible:

- Utilización de una pregunta inicial bajo la que depende gran parte de la secuencia, en la que se obtienen una serie de hipótesis iniciales basadas en sus ideas, que van poniéndose a prueba poco a poco.
- Elaboración de una serie de actividades que tienen que abordar de forma grupal, y en las que el docente tiene un papel secundario de guía.

- Experiencias propias que demuestran el funcionamiento de un determinado proceso que produce conflictos cognitivos para el aprendizaje, en contraposición a la mera transmisión de información por parte del docente. Como en el caso de la maqueta de acuífero.

Aunque si bien es cierto, en algunos momentos de la implementación de la misma, fueron necesarias algunas explicaciones de contenidos concretos, intenté no intervenir más de lo necesario para no abandonar mi papel de guía.

#### **4.3. Selección de los contenidos/ideas a aprender**

Se establece en el artículo 6 del Decreto 111/2016, de 14 de junio, correspondiente al BOJA, la inclusión e integración de determinados aspectos tales como: “1) La toma de conciencia sobre temas y problemas que afectan a todas las personas en un mundo globalizado, entre los que se considerarán la salud, la pobreza en el mundo, la emigración y la desigualdad entre las personas, pueblos y naciones, así como los principios básicos que rigen el funcionamiento del medio físico y natural y las repercusiones que sobre el mismo tienen las actividades humanas, el agotamiento de los recursos naturales, la superpoblación, la contaminación o el calentamiento de la Tierra, todo ello, con objeto de fomentar la contribución activa en la defensa, conservación y mejora de nuestro entorno como elemento determinante de la calidad de vida”.

Además este Decreto en el Anexo I recoge los contenidos sobre los que versarán las asignaturas de los distintos cursos de la ESO. Para la asignatura de Biología y Geología de 4º curso, establece en el bloque 3 referente a Ecología y medio ambiente, una especial atención al aprovechamiento de los recursos naturales. “En Andalucía existe una notable diversidad de recursos naturales, (...) que han sido explotados desde tiempos remotos por diferentes pueblos y culturas. Actualmente, la explotación de muchos de ellos genera problemas importantes que nos afectan de forma especial. Es necesario, por tanto, concienciar al alumnado de la necesidad de evitar el derroche en el consumo de recursos naturales, especialmente el agua potable, en la adquisición de artículos y productos que no sean estrictamente necesarios y cuya obtención constituya

un obstáculo para conseguir ese futuro sostenible. Así mismo, resulta interesante que conozcan y analicen algunas respuestas a estos problemas que se están proponiendo en nuestra Comunidad Autónoma: utilización de residuos agrícolas para energías alternativas, centrales solares, parques eólicos, agricultura ecológica, conservación y reintroducción de especies, tratamiento de residuos, tratamiento y depuración de aguas, regulación hídrica, etc.”

Tal y como recoge el artículo 7 del Decreto 111/2016, de 14 de junio, que trata sobre las recomendaciones de metodología didáctica: “F) Se estimulará la reflexión y el pensamiento crítico del alumnado, así como los procesos de construcción individual y colectiva del conocimiento, y se favorecerá el descubrimiento, la investigación, el espíritu emprendedor y la iniciativa personal”.

Por tanto mi propuesta didáctica sobre el recurso agua y el uso que hacemos de la misma para conseguir una mayor conciencia medioambiental, queda totalmente recogida por la Orden de 14 de julio de 2016, en la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Además esta propuesta didáctica basada en el modelo de indagación o modelo IBSE, también queda respaldada al ser una metodología que fomenta el descubrimiento, la construcción de conocimiento individual y colectiva, la reflexión y el pensamiento crítico como recoge el artículo 7 del Decreto Andaluz.

## **5. PROPUESTA DE ENSEÑANZA**

### **5.1. Consideraciones previas**

Esta secuencia que presento es la que implementé en el aula, para realizarla han sido de gran ayuda algunos de los artículos revisados para su diseño, que me han inspirado para realizar actividades nuevas o que directamente he trasladado a mi secuencia. Algunos de estos artículos son: Domènech-Casal (2014) y Nebot y Márquez (2014) en los que se recoge la idea de utilizar una garrafa para recrear un acuífero y de qué manera puede ayudar ese aspecto al aprendizaje de los alumnos; Márquez, Izquierdo y Espinet (2003) que me ayudó a diferenciar las dificultades de aprendizaje que pueden presentarse

relacionadas con el ciclo del agua; Ferrer et al. (2011) que trata sobre las concepciones alternativas que están presentes en alumnos universitarios, y que se pueden extrapolar a los alumnos de 4ºESO.

## 5.2. Secuencia IBSE sobre el recurso agua.

A continuación presento la secuencia de actividades que implementé en el aula para la puesta en valor del recurso agua. Las respuestas esperadas para cada actividad están basadas en la revisión bibliográfica de los artículos relacionados con la temática, además de mi experiencia en el aula al llevarla a cabo.

### A1. ¿De dónde viene el agua del grifo?

*“Imaginad que pudierais haceros tan pequeños como para viajar dentro de una gota de agua que entra por el grifo, ¿a dónde llegaríais? Dibujadlo como si se tratara de un cómic”*

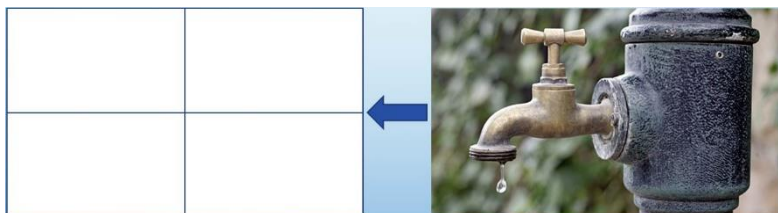


Imagen 1. Viñeta para dibujar el cómic de la procedencia del agua.

Esta actividad será la única de toda la secuencia que deberán realizar de forma individual, para que piensen, razonen y saquen sus ideas sin condicionarse con las opiniones del resto de sus compañeros. Esto nos permitirá conocer las ideas previas de las que parten nuestros alumnos, o dicho de otro modo, algunas de sus concepciones alternativas.

### A2. Compartid vuestros dibujos con el resto de compañeros del grupo.

Una vez que han pensado de forma individual las posibles respuestas a la pregunta, es importante que lo pongan en común con los compañeros que integren su grupo, ya que seguramente se aporten entre sí ideas nuevas que de forma individual no han tenido en cuenta. Como ya sabemos las respuestas consensuadas en grupo están mucho más afianzadas y pensadas que las que se aportan de forma individual, cuantas más cabezas pensando mejor.

Todas las posibles respuestas que aparezcan serán tratadas como hipótesis iniciales. Por ello es importante anotarlas en la pizarra y en los cuadernos, ya que necesitaremos volver a esas respuestas más adelante, cuando vaya avanzando la secuencia y vayamos poniendo a prueba algunas de esas hipótesis.

Las hipótesis que probablemente surjan de forma más repetida y rápida son: lagos, ríos, embalses y en menor medida aguas subterráneas.

### A3. ¿Dónde hay agua en el planeta?

*“Pensad en todos los lugares del planeta en los que podemos encontrar agua”*

Esta pregunta es importante, ya que seguramente piensen en otras fuentes de agua que no han tenido en cuenta en las actividades anteriores, y de esta manera agrandar más aún su visión sobre el tema.

Las primeras respuestas que pueden aparecer son: mares, ríos y lagos. Tras esas se les pueden empezar a ocurrir otras como: aguas subterráneas, nubes, animales, plantas o glaciares. Estas últimas respuestas son muy interesantes de cara a las siguientes actividades, ya que el agua se encuentra en muchos más lugares de los que a simple vista parece, y es muy importante tenerlo en cuenta para poder hacer un seguimiento de su recorrido por la naturaleza.

### A4. Dibujad el ciclo del agua.

Para esta actividad les daremos una cartulina grande con la que puedan trabajar a partir de ahora en grupo. Sería muy interesante que les propongamos que vayan completando ese ciclo poco a poco con toda la información que iremos obteniendo a lo largo de la secuencia, de esta manera una vez finalizada la misma, podrán tener en esa cartulina la respuesta a la pregunta inicial, completada con datos que ayudan a la comprensión y concienciación del recurso agua.

#### A4.1. ¿Vuestros dibujos explican cómo llega el agua al grifo de Almería?

Con esta pregunta van a someter su ciclo del agua a la primera prueba. Seguramente ninguno de ellos responda a esa pregunta de forma correcta, ya que una de las mayores dificultades de aprendizaje relacionadas con este tema, es la visión y el funcionamiento



del agua subterránea. Pero sí nos va a servir para que caigan en la cuenta de que en Almería al ser una provincia con escasas precipitaciones y muy seca, no hay gran cantidad de agua superficial, con lo que el agua que sale por nuestros grifos no vendrá de ríos o lagos. Por tanto estas dos respuestas van a producir un conflicto en su listado de hipótesis iniciales. Si llegados a este punto no había salido la idea de los acuíferos, esta pregunta es la indicada para ello, ya que de algún sitio tendrá que venir el agua que sale de nuestros grifos, si no viene de lugares donde la vemos, estará en algún lugar que no vemos...

#### A5. ¿Cuánta agua existe en el planeta? Vamos a representarlo.

*“Cada grupo tiene tres vasos de precipitado de 100 ml. Uno de los vasos está lleno hasta el 100% representando el agua total del planeta, y dos de ellos vacíos, representando al agua salada y dulce respectivamente. Debatid en grupo cómo repartir esa agua total en los dos vasos que tenéis vacíos, con los porcentajes de agua salada y agua dulce que consideráis que encontramos en el planeta”.*

Esta pregunta es muy importante, ya que gracias a ella van a percatarse de que aunque vivimos en un planeta rodeado de agua (el planeta azul), muy poca cantidad es agua dulce. Seguramente pongan más cantidad en el vaso de agua salada que en el vaso de agua dulce, pero probablemente ningún grupo se acerque a las cantidades reales. Este aspecto va a contribuir a generar un gran impacto visual cuando representen los datos reales y los comparen con sus ideas previas.

#### A5.1. Comprobamos y representamos los datos reales de % de agua salada y agua dulce.

Una vez que tengan repartida esa agua en los dos vasos correspondientes al agua dulce y agua salada, se mostrarán los datos reales que deberán tener en cuenta en sus vasos para visualizarlo correctamente.

Aunque saben que tenemos más cantidad de agua salada que de agua dulce, seguramente se muestren muy sorprendidos al ver uno de los vasos prácticamente lleno y el otro prácticamente vacío.

### Agua en el planeta



Imagen 2. Esquema % agua dulce y salada.

### A5.2. De esa agua que ha quedado en el vaso correspondiente al agua dulce... ¿Podemos usarla toda?

Gracias a esta pregunta podemos caracterizar la cantidad de agua dulce aprovechable por el ser humano. Como en una de las actividades anteriores habían pensado en todos los lugares del planeta en los cuales podemos encontrar agua, seguramente en esta actividad sepan que no podemos utilizar todo el agua dulce que se encuentra en la Tierra, ya que no se encuentra disponible para nuestro uso (como las nubes, seres vivos...)

### A5.3. ¿Qué cantidad de agua dulce pensáis que podemos utilizar realmente?

Como es muy difícil dar una respuesta concreta, se les puede presentar la información correcta, en la que se desglosa el reparto de % de agua dulce. Con lo que los alumnos saben que deben restar esas cantidades al % de agua dulce total para obtener un porcentaje de agua dulce útil.

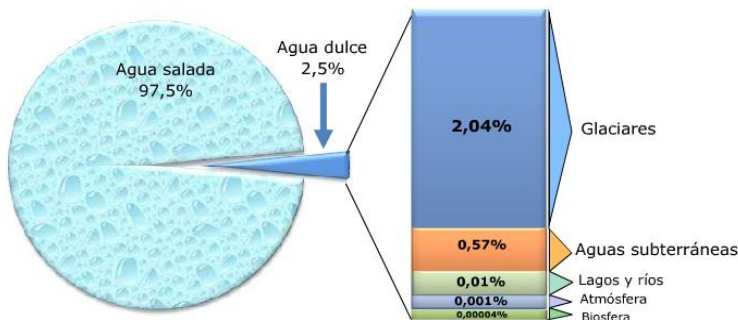


Imagen 3. Desglose del % de agua dulce en sus distintas fracciones.

Podríamos utilizar:  
0,01% de lagos y ríos  
+  
0,57% de aguas subterráneas

Pero... No todo ese 0,57%  
está a una profundidad  
disponible para nosotros

El agua dulce útil se estima en  
el 0,03%

Imagen 4. Estimación agua útil.

Además al ser una cantidad tan pequeña, les va a resultar muy difícil representarla en los vasos de agua, esto va a ayudar a generar un mayor impacto encaminado a que se concienten sobre lo limitado que es este recurso.

#### A6. Resumiendo... ¿De dónde viene el agua del grifo en Almería?

Esta pregunta nos permite zanjar la respuesta definitiva a nuestra pregunta inicial de la secuencia, para poder abordar las siguientes actividades. Después de haber pensado los lugares del planeta que tienen agua, y las posibles procedencias del agua del grifo en nuestra provincia, podemos recapitular y revisar las hipótesis iniciales para quedarnos con las más adecuadas, o en su caso completarlas o modificarlas.

#### A7. Centrándonos en los acuíferos: ¿qué ocurre si gastamos mucha agua? ¿Los acuíferos tienen agua infinita?

*“Intentad responder a esta pregunta fijándoos en vuestros ciclos del agua. ¿De dónde viene el agua que alimenta al acuífero?, ¿cómo llega esa agua hasta ahí?”*

Esas son algunas preguntas que pueden ayudar a que razonen cómo se conecta el ciclo superficial del agua con el ciclo subterráneo. Los alumnos rápidamente van a pensar en la lluvia que cae en la tierra, y que es absorbida en el subsuelo. Es posible que no conozcan el nombre del proceso, pero lo van a identificar seguro. Así que el nombre (infiltración) se lo podemos proporcionar nosotros si se diera el caso. Esta actividad nos va a permitir que completen sus ciclos del agua y sean capaces de conectar las dos vías del ciclo, ya que otra de las dificultades de aprendizaje relacionadas con este tema, es la “desconexión” de los acuíferos con el resto del ciclo. Llegados a este punto deben tener unos ciclos del agua bastante completos.

#### A7.1. ¿Qué es lo que hace que el agua se quede retenida en el subsuelo?

*“Para comprender mejor estas cuestiones vamos a utilizar una maqueta de acuífero, en la que veamos sus componentes y cómo funcionan”*

Como esta es otra de las actividades más complejas por las dificultades de aprendizaje que presenta, se van a encontrar perdidos en las respuestas al no conocer bien cómo funciona un acuífero, precisamente por ello utilizaremos la maqueta de acuífero. Esta es conveniente llevarla previamente construida fuera del aula para ahorrar tiempo (aunque también podrían diseñarla ellos dentro de la asignatura de Tecnología). En el

anexo se recogen las instrucciones para su diseño a partir de materiales cotidianos, además se presenta un esquema a modo ilustrativo.

Como seguramente se vean muy perdidos en la respuesta, la maqueta va a ayudar a que vean un acuífero y se percaten de que consiste en arena saturada de agua y no en huecos en el subsuelo llenos de agua (similares a una piscina), también a que entiendan que para que nosotros podamos obtener el agua del subsuelo, necesitamos un material permeable que absorba el agua y la transmita mediante sus poros, pero también un material impermeable que consiga que el agua no siga infiltrándose a mayor profundidad “frenando” así la infiltración.

#### A7.2. ¿Qué diferencias encontraréis entre los dos pozos de la maqueta?

En su diseño he contemplado dos tipos de acuífero: libre y confinado, para poder resolver diferentes cuestiones que pueden presentarse en la naturaleza y que sea lo más real posible. Además el acuífero confinado contiene agua pero el acuífero libre no.

Para que puedan comprender cómo funcionan los acuíferos, previamente es posible que haya que explicar qué es el nivel freático. Para que ellos lo entiendan en pocas palabras, se puede utilizar el siguiente símil: el nivel freático es el nivel del mar del subsuelo, es decir, el nivel en el que encontramos agua. Esta pequeña explicación puede servir para empezar a resolver las distintas preguntas y fenómenos que a continuación se van a experimentar.

Los alumnos van a ver rápidamente que uno de los pozos tiene agua y el otro no. ¿A qué puede deberse eso? Para dar respuesta a esa pregunta, se puede echar agua en el acuífero libre y ver qué pasa. Pasados unos minutos el nivel del agua comenzará a ascender por el pozo, llenándose de agua igual que estaba previamente el pozo del acuífero confinado. En ese momento van a ver cómo la arena se ha saturado de agua y eso ha permitido que el agua ascienda por el pozo.

#### A7.3. ¿Cómo puede llegar el agua a infiltrarse en un acuífero confinado, si este tiene una capa impermeable que lo separa del acuífero libre?

Una vez que han visto cómo funciona el acuífero libre, es el momento de pensar cómo funciona el acuífero confinado.

Para dar respuesta a esta pregunta necesitan algo de tiempo, de pensar cómo puede producirse ese proceso. Después de muchas hipótesis al respecto, van a pensar que hemos sido nosotros los que previamente “hemos hecho trampa” llenándolo de agua, porque no encuentran otra explicación para que el agua llegue hasta ahí. Es el momento de explicar que efectivamente el acuífero confinado de nuestra maqueta, se saturó de agua durante su construcción porque de no ser así no hubiera sido posible llenarlo de agua. Esto les va a dar pie (probablemente con algunas pistas al respecto) a pensar que el acuífero confinado en algún punto del terreno es un acuífero libre, si no sería imposible que tuviera agua, estaría aislado por completo. Esta cuestión sirve para entender que los acuíferos confinados tardan más tiempo en recargarse que los libres, ya que el recorrido que tiene que hacer el agua es mayor, y eso requiere tiempo.

Gracias a esta actividad se van a visualizar una serie de procesos y características muy difíciles de ver realmente en la naturaleza, lo que ayuda enormemente a la comprensión del tema al verlo de forma menos abstracta.

#### A7.4. ¿Se pueden agotar los acuíferos?

*“¿Qué va a ocurrir si gastamos más agua de la que entra?”*

Seguimos usando para ello la maqueta de acuífero, evidentemente los alumnos saben que si sacamos mucho y no metemos nada, vamos a agotar cualquier cosa de la que hablemos (dinero, agua, comida... Es extrapolable a cualquier situación). Por tanto van a ver que esto va a provocar la sobreexplotación del acuífero al bajar poco a poco el nivel freático haciendo inservible nuestro pozo.

Gracias a vaciar los pozos de agua de la maqueta, van a visualizar que llega un momento en el que no contamos con más agua, o bien porque se haya secado completamente o bien porque nuestro pozo esté por encima del nivel freático, no pudiendo recoger el agua que sigue albergando el acuífero. Esto ayuda a visualizar de forma más real el problema de la sobreexplotación.

### A7.5. ¿En Almería tenemos un problema de sobreexplotación de los acuíferos?



Imagen 5. Invernaderos de Almería.



Imagen 6. Cultivo de tomate en invernadero.

Se les enseñarán estas imágenes para que piensen en la cantidad de agua que necesitamos invertir para poder mantener nuestro motor económico en la provincia como es la agricultura intensiva bajo plástico. Aunque de forma doméstica consumimos gran cantidad de agua, es la agricultura la actividad que mayor aporte de agua necesita. Seguramente sus respuestas sean que efectivamente Almería no tiene agua de sobra, y que existe una sobreexplotación de este recurso.

### A7.6. ¿Qué pruebas tenemos de la existencia de esa explotación?

Esta pregunta es interesante, ya que los alumnos seguramente piensen que obtener pruebas sobre algo requiere un estudio exhaustivo sobre el tema, o tomar datos relevantes que prueben aquello que queremos demostrar. Evidentemente es así como se realizan las investigaciones, pero también es importante que entiendan que contamos con información fiable y a nuestro alcance que nos sirve como pruebas contrastadas. Es aquí cuando podemos mostrarles algunos titulares de prensa relacionados con el agua y nuestra provincia, que además de pruebas, sirven para tratar fenómenos asociados con los acuíferos, para profundizar aún más en su funcionamiento y su conocimiento, como la salinización o la contaminación (siguientes actividades).

ANDALUCES DIARIO

**El acuífero del Poniente almeriense, unos recursos sobreexplotados y una situación grave**

**“Los acuíferos de Almería tienen cada vez más problemas de salinización y contaminación”**

**La supervivencia del gran acuífero del Poniente pasa por la desalación**

La extracción debe reducirse en 55 hectómetros cúbicos al año, el consumo de una ciudad como Zaragoza, para recuperar el equilibrio

© 25/07/2016, 07:00 / Javier M. de la Horra

Imagen 7. Titulares de prensa digital relacionados con la problemática del agua en Almería.

### A7.7. ¿Cómo puede salinizarse un acuífero?

*“Teniendo en cuenta que Almería está al lado del mar, ¿qué ha podido pasar?”, “¿Qué ocurre con el nivel freático cuando un acuífero se encuentra sobreexplotado?”*

Estas pistas ayudan a pensar que el agua del mar ha entrado en los acuíferos, ¿pero cómo? Dejándoles algo de tiempo finalmente llegan a la conclusión de que el nivel freático al estar por debajo del nivel del mar, hace que este entre en el acuífero para equilibrar ambos niveles (aunque siempre podemos ofrecerles alguna pista más si se encuentran muy perdidos).

### A7.8. ¿Cómo puede contaminarse un acuífero?

*“¿Cómo se contamina el suelo?”*

Gracias a esa pregunta “pista” y al haber tratado ya el proceso por el cual el agua entra en el acuífero (infiltración), son capaces de conectar rápidamente que la basura o contaminantes exteriores pueden provocar contaminación en el acuífero durante el proceso de infiltración al diluirse en el agua.

Estas actividades han servido para que conozcan cómo funcionan los acuíferos y comprendan en qué consiste la sobreexplotación del recurso. Además las dos actividades derivadas de las noticias de prensa permiten poner a prueba la comprensión del funcionamiento de los acuíferos.

### A8. Un momento... ¿Pero no se ha dicho siempre que el agua es un recurso renovable? ¿Entonces por qué hay que ahorrarla?

*“Intentad responder la pregunta consultando vuestros ciclos del agua”*

Van a responder a una pregunta muy importante para comprender la problemática del agua, y es posible que necesiten tiempo para pensarlo, pero después de todos los datos y aspectos comentados anteriormente van a llegar a la solución seguro. Para dar respuesta a esta pregunta es muy útil visualizar el ciclo del agua que ya tienen dibujado y casi completo, ya que si la cantidad de agua es siempre la misma, ¿por qué tenemos escasez de ella?

Aunque el agua es un recurso renovable y que se recicla continuamente, el ser humano no le deja el tiempo suficiente para que así lo haga, encontrándose en momentos o lugares del ciclo en los cuales no podemos aprovecharla para nuestro uso. Por tanto necesita continuamente una gestión para no tener problemas de escasez.

Esta actividad va a darles una visión muy clara del motivo por el que siempre nos han dicho que tenemos que ahorrar agua. Cuando comprendes por qué suceden las cosas, entiendes cuales tienen que ser tus acciones.

#### A9. ¿Cómo podríamos obtener más agua dulce?

Hasta aquí hemos concienciado sobre la problemática del agua, mostrando pruebas sobre su sobreexplotación y comprendiendo cómo funcionan los procesos en los que se encuentra presente. Para conseguir una concienciación de los alumnos sobre este problema, se plantean actividades como ésta, encaminadas a la búsqueda de soluciones o posibilidades de acción.

Esta cuestión para los alumnos va a ser muy sencilla, ya que seguro se ha comentado o hablado en actividades anteriores. Como las desaladoras tienen sus ventajas y sus inconvenientes, y es importante fomentar en ellos el pensamiento crítico e independiente, por ello es preferible que saquen por sí mismos sus propias conclusiones respecto al tema. Una opción sería dividir a todos los alumnos en dos bandos, unos encargados de buscar información a favor de las desaladoras y otros en contra. De esta manera podemos establecer un debate en el que se comenten todas sus características, y que sirva para conocer las debilidades de un sistema que podría ser la solución a la problemática del agua si se consiguieran eliminar o reducir sus aspectos más débiles.

#### A10. El agua dulce que recolectamos, ¿la usamos directamente?

Evidentemente van a pensar que se necesita un proceso previo de potabilización del agua antes de poder utilizarla.



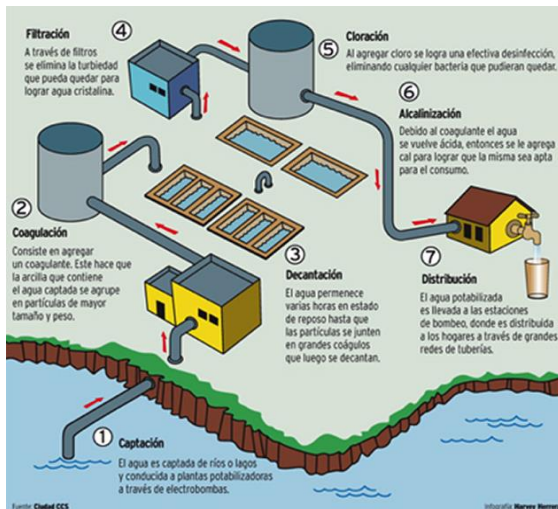


Imagen 8. Proceso de potabilización del agua dulce.

A11. ¿A dónde va el agua que se va por el desagüe?

*“Una vez que hemos visto todos los aspectos de la procedencia del agua que sale por nuestro grifo, ahora nos centramos en saber qué ocurre con ella una vez que ya la hemos usado, después de habernos duchado, lavado los platos, puesto la lavadora... etc.”*

Además del problema de la sobreexplotación del agua, es importante que conozcan otros problemas relacionados con este recurso, como la gestión de los residuos que pueden producir contaminación.

La respuesta a esta pregunta por parte de los alumnos, es seguramente que va directamente al mar, pero haciéndoles un par de preguntas para que piensen algo más la idea como: “¿Qué ocurriría si vertimos esa agua directamente al mar?”, “¿Realmente pensáis que eso sucede en Almería?” Les hace pensar que evidentemente tiene que haber un proceso previo, ya que si no fuera así se produciría la contaminación del mar.

También sería interesante aprovechar para explicarles que hay que ser responsables e intentar echar la menor cantidad de porquería por el desagüe, ya que de esa manera se invertirán menos esfuerzos en depurarla.

Tras esta actividad tendrán en sus cartulinas un ciclo del agua completo, en el que al ciclo natural superficial y subterráneo, se sume el ciclo del agua urbana. Completando así todo el proceso del agua.

Además es posible que muchos alumnos recojan esa idea en la A1 de la secuencia. Es importante que tengan en cuenta este proceso para incluirlo en los ciclos de sus cartulinas, ya que es un proceso totalmente imprescindible del ciclo urbano del agua.



Imagen 9. Ciclo urbano del agua.

### A12. Ponemos a prueba los ciclos...

*“¿Los ciclos que tenéis dibujados en las cartulinas realmente lo son?, ¿podría una gota de agua completar el ciclo esté donde esté?”*

Esto va a servir para resolver pequeños problemas o dudas que surjan de sus ciclos, completando sus “modelos” (ciclos del agua) o haciéndolos más potentes. Además van a poder ver que existen infinidad de posibilidades, el agua no sólo se evapora en los mares, también lo hace en las plantas, ríos, charcos, lagos... O que no llueve únicamente en las montañas, también lo puede hacer en cualquier otra parte. Es decir, que el modelo es una representación (foto fija) de una naturaleza llena de posibilidades.

Estas cartulinas en las que han representado un modelo del ciclo del agua, recogen todos los aspectos más importantes que se han tratado a lo largo de la secuencia. Desde las cantidades de agua dulce y salada, el ciclo natural, una buena representación de los acuíferos, pozos, hasta el ciclo urbano.

### A13. ¿Qué podría ocurrir si nos quedamos sin agua?

*“Ahora que conocéis la procedencia del agua en Almería, y lo que ocurre cuando se va por el desagüe, ¿qué consecuencias tendría la falta de agua?”*

Va a permitir establecer un debate grupal en el que los alumnos expresen sus opiniones, y se den cuenta de la importancia que tiene el agua para el desarrollo de la vida.

Esta actividad está pensada para que reflexionen sobre las consecuencias del problema ambiental estudiado en la secuencia. Por tanto está orientada a la concienciación medioambiental al igual que la siguiente y última actividad.

#### A14. ¿Qué podríamos hacer nosotros para cuidar este recurso?

Se trataría de recoger una serie de propuestas y acciones que podemos llevar a cabo de forma individual y otras más sociales que podríamos pedir a los políticos que nos gobiernan. Todos podemos colaborar para cuidar este recurso tan valioso.

Con esta actividad finalizaría la secuencia. Las principales dificultades de la misma son caracterizar el agua subterránea y su funcionamiento, ya que suele ser un tema que presenta bastantes dificultades a la hora de aprenderlo, pero que es totalmente necesario para entender el ciclo y el recurso.

## **6. EXPERIENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA SECUENCIA**

### **6.1. Sensaciones y autocrítica de la secuencia.**

La secuencia de actividades que utilicé para la intervención, la diseñé como parte del trabajo final de la asignatura Aprendizaje y Enseñanza de la Biología y Geología del módulo específico del máster. Fue realizada a los alumnos de 4ºESO tanto al grupo A como al grupo B, debido a que los contenidos organizados para el tercer trimestre en ese curso eran los relacionados con el medio ambiente dentro de la asignatura de Biología y Geología.

Mis sensaciones en ambos grupos han sido muy diferentes. Mientras que en el grupo A hubo desde el principio un buen ambiente de trabajo, se engancharon más fácilmente al sistema de trabajo IBSE, y percibí en ellos interés por las clases y el tema, en el grupo B hubo más inseguridad y miedo a la equivocación, lo que supuso menos participación, y por tanto un gran reto para mí, que no se si finalmente conseguí superar con éxito. Aunque también creo que influyó bastante el no estar acostumbrados a trabajar mediante este sistema, ya que durante las pocas explicaciones en la pizarra que di (enseñanza más tradicional), prestaban bastante más atención que en el resto de actividades que trabajaron de forma más independiente (enseñanza tipo IBSE). Como si pensarán que es mucho más importante lo que diga el profesor que lo que trabajen ellos de forma individual.

## **6.2. Propuestas de mejora concretas**

La secuencia que implementé y que recojo en este TFM, tuvo sus puntos fuertes y sus puntos débiles, es por ello que propongo una serie de propuestas de mejora para su futura implementación:

- Darles un cuadernillo de actividades para que las vayan rellenando conforme las vamos resolviendo. Ya que por su cuenta en su propia libreta, al no verse en el compromiso de rellenar un cuestionario de actividades ya impreso, son muy perezosos y la gran mayoría no lo hace correctamente.
- Gestionar mejor el tiempo dedicado a cada actividad, y darle los minutos necesarios para que razonen por sí mismos, ya que en algunos momentos por falta de tiempo, les di muchas pistas relacionadas con el ciclo del agua que debían dibujar en grupo, y eso les restó independencia a la hora de realizar la secuencia, ya que en muchas ocasiones esperaban que yo les diera las respuestas esforzándose menos.
- Tener clara la estructura de la secuencia para no adelantar respuestas a preguntas que se encuentran más adelante planteadas. ¡Lo que se resume a no intervenir más de la cuenta!
- Usar vasos de precipitados correctamente escalados para la actividad correspondiente a la caracterización del agua del planeta. Ya que utilicé vasos de plástico marcados con rotulador que al no tener forma de cilindros perfectos no correspondía verdaderamente la cantidad de agua que contenían con la que marcaban, y esto dio lugar a preguntas, equivocaciones y confusión.
- Tener en cuenta el proceso completo del ciclo del agua urbano incluyendo la desalación de agua de mar, que actualmente es un recurso muy utilizado.

## **7. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA**

Es importante saber la eficacia de esta propuesta, en acercarse a los objetivos planteados, principalmente atendiendo al aprendizaje que se logra en los alumnos. Por

ello el diseño que presento para la evaluación de la secuencia, está basado en los objetivos que me propuse inicialmente.

### 7.1. Diseño de la evaluación

Los aspectos a tener en cuenta para evaluar esta secuencia son el grado de cumplimiento de los objetivos iniciales. Para ello me ayudaré de la información con la que cuento: los cuadernos de prácticas y ciclos del agua de los alumnos, además de las reacciones y preguntas realizadas por los alumnos y anotadas en mi diario de prácticas.

ASPECTOS A EVALUAR	INSTRUMENTOS	MOMENTOS
<u>Evolución en el conocimiento de contenido científico descriptivo:</u> 1) Localizar y caracterizar el agua en el planeta 2) Conocer las fuentes de agua de nuestra provincia 3) Conformar una imagen de acuífero ajustada a la realidad <u>Evolución en el conocimiento de contenido científico sobre procesos:</u> 4) Funcionamiento del ciclo del agua completo 5) Relacionar procesos y extrapolarlos a situaciones similares	Producciones de los alumnos (dibujos):  Respuestas a la actividad A1: ¿De dónde viene el agua del grifo?  Respuestas a la actividad A12: Ponemos a prueba los ciclos... ¿Podría una gota de agua completar el ciclo esté donde esté?	Previa al desarrollo de la secuencia.  Al finalizar las actividades relacionadas con el ciclo del agua.
Sensibilización / Concienciación sobre el problema ambiental	Producciones de los alumnos: Respuestas a la actividad A13: ¿Qué podría pasar si nos quedamos sin agua? Respuestas a la actividad A14: ¿Qué podríamos hacer para cuidar este recurso?	Últimas actividades de la secuencia.
Grado de satisfacción e implicación	Diario del profesor	A lo largo de toda la secuencia

Desde la A1 a la A12, hay una serie de actividades encaminadas a cumplir los objetivos relacionados con la construcción del conocimiento descriptivo y el de los procesos:

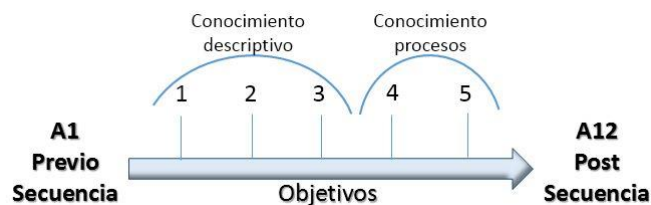


Imagen 10. Diagrama de evolución del conocimiento relacionado con los objetivos.

#### Objetivos relacionados con el conocimiento descriptivo:

1) Localizar/identificar y caracterizar el agua que se encuentra presente en el planeta.

Las A1, A3, A4, A5, A5.2 y A5.3 van encaminadas a lograr este objetivo. En ellas se trabaja para localizar todos los posibles lugares donde podemos encontrar agua en el planeta, comienzan a pensar en cómo se organiza esa información en el ciclo del agua y se caracteriza el agua del planeta con sus porcentajes correspondientes.

2) Conocer las fuentes de agua que podemos encontrar en nuestra provincia.

La A4.1 y A6 contribuyen a pensar de dónde procede el agua en Almería, y producir un conflicto en aquellas hipótesis iniciales que no se ajustan a las características propias de nuestra provincia, incidiendo en la posible procedencia del agua del subsuelo (idea que suele pasar desapercibida).

3) Adquirir una imagen de los acuíferos más ajustada a la realidad.

Las A7, A7.1, A7.2, A7.3, A7.4, A7.5, A7.6, A7.7 y A7.8 gracias a la construcción y visualización de la maqueta de acuífero permite ver de forma más real cómo es un acuífero y así contribuir a construir una idea más precisa de este elemento, que puede resultar tan abstracto por no verlo a simple vista.

#### Objetivos relacionados con el conocimiento de los procesos:

4) Conocer el ciclo del agua natural “completo”: superficial y subterráneo, además del ciclo del agua urbana.

Las A4, A9, A10, A11 además de aquellas actividades que versaban sobre los componentes superficiales y subterráneos del ciclo, están orientados a la construcción del modelo del ciclo del agua completo.

5) Relacionar los procesos y extrapolarlos a situaciones similares.

La A12 hace que tengan que plantearse la presencia de agua en cualquier lugar del ciclo, incluso en aquellos lugares donde no solemos dibujarla pero que realmente sí se encuentra. Por tanto ayuda a extrapolar procesos (por ejemplo evaporación, infiltración...) a distintos lugares.

Objetivos relacionados con la sensibilización/concienciación acerca de un problema ambiental, contribuyendo así a generar una sociedad más informada, más responsable y por tanto más justa:

6) Despertar el respeto por la naturaleza y el medio ambiente. Concretamente con el problema medioambiental que se trata en la secuencia, el recurso agua.

Todas las actividades de la secuencia han ayudado a cumplir este objetivo de diferente manera, y de forma más concreta las A13 y A14. Ya que el conocimiento científico es necesario para poder comprender en profundidad el problema al que nos enfrentamos, las posibles consecuencias y la necesidad de tomar medidas. Para comprobar en qué medida me aproximaba a este objetivo, me he basado en mis sensaciones, que si bien no es una medida del todo “precisa”, sí que me permite hacerme una idea de la repercusión que la propuesta ha tenido en la visión de los alumnos. También me he apoyado en los comentarios y preguntas de los alumnos anotadas en mi diario del profesor utilizado a lo largo de las prácticas.

Objetivos relacionados con el grado de satisfacción e implicación:

Una de las principales finalidades de la propuesta, es precisamente lograr involucrar al alumnado y su satisfacción con la vivencia del proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que se ha tratado de conseguir a lo largo de toda la secuencia de actividades.

## 7.2. Resultados y análisis

A continuación se presentan los resultados de esta propuesta tras haberla evaluado con los criterios anteriormente mencionados.

### 7.2.1. Análisis de las respuestas a la actividad A1

En una muestra de 43 alumnos, una vez analizados todos los cuadernos de prácticas, en concreto la respuesta a la A1 (conocimiento previo a la secuencia), todos los alumnos dan explicaciones descriptivas de la procedencia del agua, sin tener en cuenta los procesos unidos a esas procedencias. Por tanto todos parten de un conocimiento meramente descriptivo e ingenuo de la ubicación y lo que ocurre con el agua en todo su proceso. El análisis me ha permitido identificar grupos o perfiles de alumnos con similitudes en sus respuestas:

#### No indica procedencia del agua:

- Agua almacenada en depósitos (4 alumnos). Representan únicamente almacenes o tuberías de agua de los que posteriormente se distribuye a las viviendas. No tienen en cuenta la procedencia del agua que se encuentra en esos depósitos ni por tanto cual es el proceso que va unido a esa procedencia. Tampoco tiene en cuenta el proceso que sigue el agua antes de su utilización (potabilizadora).
- Depuradoras (EDAR) (15 alumnos). Es la idea más repetida, de la depuradora el agua pasa a unas tuberías subterráneas y de ahí al grifo. Por tanto no tiene en cuenta la procedencia del agua que llega a la depuradora ni cómo ha llegado hasta ahí. Además confunde el proceso de potabilización con el de depuración. Es decir, piensan que el agua que consumimos en las casas procede de las depuradoras.

#### Procedencia del agua: superficial

- Lagos, ríos y lluvia (3 alumnos). Unen esas tres procedencias para llevarlas directamente a las casas. No tiene en cuenta el agua subterránea, ni el proceso de potabilización.



- Lagos, ríos y lluvia + depuradoras (2 alumnos). Consiste en la idea anterior y además confunde el proceso de potabilización con el de depuración.
- Alcantarillado que recoge la lluvia + potabilizadora (1 alumno). Habla del origen del agua (aunque sea una idea errónea) que procede de la lluvia, la cual pasa a las alcantarillas y de ahí a las potabilizadoras antes de su distribución a las casas. Con lo que no tiene en cuenta las aguas subterráneas ni su procedencia.

#### Procedencia del agua: subterránea

- Agua subterránea/Pozo (5 alumnos). Del agua subterránea o de los pozos sale una tubería que distribuye el agua a las casas. No comenta la procedencia de esas aguas subterráneas ni el proceso de potabilización.
- Agua subterránea/Pozo + EDAR (9 alumnos). Se basa en la idea anterior pero añadiendo el proceso de depuración antes de su distribución, con lo que confunden la idea de potabilización y depuración. Tampoco hablan sobre la procedencia del agua subterránea.
- Acuíferos + Potabilizadora + Tuberías (4 alumnos). Este grupo de alumnos es el que más se acerca a una visión real de la procedencia del agua. Todo su conocimiento descriptivo es correcto, faltándoles describir el proceso por el que el agua llega a los acuíferos.

En resumen como he comentado, todos los alumnos se quedan en explicaciones descriptivas, sin ahondar en los procesos.

#### **7.2.2. Análisis de las respuestas a la actividad A12**

Los 43 alumnos se dividieron en 12 grupos para trabajar la secuencia a partir de la A1. El análisis de los ciclos del agua finales que hicieron de forma grupal correspondientes hasta la A12, pone de manifiesto otros grupos de alumnos (según el conocimiento post-secuencia):

- Ciclo completo (6 grupos). Hacen una representación del ciclo del agua con toda la información descriptiva (incluyendo ciclo superficial y subterráneo), los

- procesos que integran el modelo, una buena representación del acuífero, y además conectan de forma satisfactoria el ciclo natural con el ciclo urbano.
- Deficiencias en nombrar algún/algunos procesos (3 grupos). Los ciclos contienen toda la información descriptiva y de procesos (incluyendo ciclo superficial y subterráneo), a falta de nombrar alguno de los que integran el ciclo del agua, como infiltración, evaporación, precipitación... En cambio conectan de forma satisfactoria todo el ciclo incluyendo el natural y el urbano.
  - Representación del acuífero poco ajustada a la realidad (2 grupos). Estos ciclos como los anteriores contienen toda la información descriptiva (incluyendo ciclo superficial y subterráneo) y de procesos, además de nombrarlos. Conectan de forma satisfactoria todo el ciclo incluyendo el natural y el urbano, pero hacen una representación del acuífero errónea (recordando concepciones alternativas).
  - Falta de conexión entre el ciclo natural y el ciclo urbano (1 grupo). Toda la información que contiene es correcta (incluyendo ciclo superficial y subterráneo), incluidos los procesos y la imagen del acuífero. Pero no terminan de conectar de forma clara el ciclo urbano con el ciclo natural del agua.

Los ejemplos tipo de la actividad A1 y los ciclos de la actividad A12, que he clasificado según la evaluación del material, pueden consultarse en el anexo de este TFM.

### **7.2.3. Análisis de la sensibilización/concienciación sobre el problema ambiental**

Para valorar este objetivo, me he basado en los debates que se establecieron en las actividades A13 y A14, además de muchos de sus comentarios y preguntas a lo largo de toda la secuencia.

Algunas de las preguntas que surgieron en los debates, y que me hicieron ver que pensaban en otras vías de obtención de agua dulce, y por tanto pensar cómo podemos solucionar este problema fueron: “¿Por qué no utilizamos el agua que sale de la EDAR para llevarla de nuevo a las casas?”, “¿Por qué no se utilizan más las desaladoras si tenemos grandes cantidades de agua salada?”, “¿Por qué no se penaliza a la gente que

gasta más agua de la debida?”, “¿Por qué no se hace el trasvase de agua que dicen siempre en la tele?”

Estas preguntas hacen ver que han seguido la secuencia, y que les ha servido para pensar y razonar los problemas y soluciones que se derivan del uso del agua dulce. Que piensen en soluciones ante un determinado problema ambiental es muy positivo, ya que les hace conscientes del problema e intentan ser parte de la solución.

#### **7.2.4. Análisis del grado de satisfacción en los alumnos**

Considero todas las preguntas sobre las dudas que tenían relacionadas con el tema, como una forma de saber que se han involucrado en la secuencia y por tanto en su aprendizaje. Ya que esto demuestra que “algo se ha despertado” en ellos y por tanto funcionan como pruebas de su implicación.

Casi todas las dudas eran las relacionadas con las aguas subterráneas, esto es indicativo de que se han involucrado en la secuencia, y precisamente en uno de los puntos más complicados de la misma, pues era donde más dificultades se habían identificado. Algunas de las preguntas anotadas en mi diario de prácticas han sido: “¿Cómo es posible que obtengamos agua que está en la arena?”, “Si un pozo es un cilindro hueco, ¿cómo consigue subir el agua?”, “¿Cómo puede llegar a recargarse un acuífero confinado?”, “¿Por qué la calidad del agua en Almería es peor que en otros sitios de España?”

Además de estas preguntas, algunos alumnos manifestaron lo entretenidas que se hacían esas clases y que estaban aprendiendo cosas que no sabían o que no se imaginaban que fueran así. Sobre todo encontré mayor grado de satisfacción en el grupo A, donde como he comentado anteriormente hubo un gran ambiente de trabajo y de participación. En cambio en el grupo B muy pocos alumnos tuvieron el mismo comportamiento que los integrantes del grupo A, y en ocasiones me resultaba difícil realizar la secuencia. Son un grupo más revoltoso que además tiene la “etiqueta” de malos, aspecto que han terminado creyéndose, y que por tanto intentan demostrar cada vez que pueden. Pero como digo, no fueron todos los alumnos del grupo B los que no se terminaron de enganchar a la secuencia, pero sí los que más ruido hicieron. Hice con

ellos lo que buenamente pude, y algunos de los alumnos del grupo B me lo reconocieron y agradecieron además de todos los integrantes del grupo A.

## 8. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado el diseño de una propuesta educativa para el recurso agua, utilizando para ello el método IBSE. Esta propuesta fundamentada y enmarcada en el currículo de Educación Secundaria, se ha llevado a la práctica. Los datos recogidos de su implementación han permitido realizar una evaluación de su eficacia.

Un análisis de las respuestas del alumnado (43 alumnos) en actividades iniciales y finales, permite advertir una evolución en su conocimiento sobre aspectos relacionados con el recurso agua. A continuación se presentan los resultados obtenidos en la actividad inicial y final:

Análisis de los resultados obtenidos en la actividad A1 (previa a la secuencia):

- Aparición de una concepción alternativa que nueva: casi el 60.5% de los alumnos piensa que el agua que sale por el grifo viene de las depuradoras o EDAR, es decir, que el agua una vez utilizada se trata en las EDAR y se recircula a las casas.
- Ningún alumno ha sido capaz de nombrar o representar algún proceso relacionado con el agua en la naturaleza.
- El 58% de los alumnos no considera el agua subterránea.
- El 46.5% de los alumnos no aporta ninguna idea sobre de dónde puede venir el agua en la naturaleza.
- Únicamente el 9% de los alumnos tiene una idea bastante cercana a la realidad sobre la procedencia del agua.

Análisis de los resultados obtenidos en la actividad A12 (al finalizar la secuencia):

- El 50% de los grupos realiza un ciclo del agua completo y correcto.
- La totalidad de los alumnos tienen en cuenta la representación de todos los procesos del agua en la naturaleza, incluyendo las aguas subterráneas.
- Todos los grupos añaden a su ciclo del agua natural, el ciclo del agua urbano.

La comparativa de los datos obtenidos del análisis de las actividades A1 (previa a la secuencia) y las actividades A12 (tras la secuencia) muestran que hay una evolución en el conocimiento adquirido sobre la temática que versa esta propuesta educativa, ya que dejan claro en mayor o menor medida la procedencia del agua y sus procesos dentro del ciclo (incluyendo las aguas subterráneas), una mejor visión de los acuíferos en casi todos los casos, conocimiento sobre el ciclo urbano y la relación que tiene con el ciclo natural. (Las respuestas tipo a las actividades A1 y A12 de los perfiles de alumnos clasificados en la evaluación de la propuesta, pueden consultarse en el anexo de este trabajo).

Las actitudes, preguntas y comentarios en muchos momentos de la secuencia, también muestran un interés sobre el problema medioambiental que estudiábamos, esto muestra una sensibilización de los alumnos respecto al medio ambiente.

El grado de satisfacción de esta propuesta ha sido muy positivo para la totalidad del grupo A, y para parte del grupo B. Tal y como me lo han transmitido con muchos de sus comentarios. Aunque soy consciente de que tuve algunos alumnos del grupo B a los que no supe enganchar a la totalidad de la secuencia.

En definitiva, considero que la evaluación de la eficacia de esta propuesta educativa muestra resultados muy positivos, ya que se produce una evolución del conocimiento y sensibilización previa y post secuencia en todos los alumnos. Por tanto pone de manifiesto la coherencia y la importancia de cada una de las actividades que conforman la propuesta.

## **9. REFLEXIONES DE PROFESORA NOVATA Y AGRADECIMIENTOS**

La experiencia como alumna de Máster de Profesorado para Educación Secundaria ha sido muy satisfactoria. Aunque me ha resultado difícil compaginarlo con mi trabajo de becaria de colaboración, todos los días los afrontaba con ilusión de aprender algo nuevo y de estar haciendo algo que verdaderamente me gusta, y esa ha sido mi fuente de energía durante estos meses. Además pienso que he adquirido herramientas muy útiles del módulo específico y de las prácticas externas, aunque al igual que andar se aprende andando, ser un buen docente requiere mucho tiempo de equivocarse y acertar.

Todo este proceso ha sido muy llevadero gracias a la familia que hemos formado todos los compañeros de la especialidad de Biología y Geología. Gracias a ellos las tardes se han hecho más amenas, ha habido un ambiente de colaboración y aprendizaje conjunto, en el que hemos ido de la mano pasando por todas las etapas mentales que ha supuesto este máster. Esto no habría sido lo mismo sin profesores de la talla de Rafael López-Gay, Rut Jiménez Liso y María Martínez Chico, sois un equipazo y os lleváis el respeto y cariño de todos nosotros. Además tengo que agradecer de forma más personal a María por ser una gran tutora, por escucharme y orientarme en todo momento, y porque sin ella este TFM habría sido un desastre. No puedo olvidarme de mi Juan Gisbert, que me ha acompañado en una de las mejores experiencias de mi vida, como fue estudiar Ciencias Ambientales, y ahora en esta loca decisión de querer ser docente. Por cierto Juan, ¡caí del caballo a la primera de cambio!

Aunque nosotros aún somos profes con “L”, las prácticas externas me han servido para darme cuenta de que me gustan las aulas, me gusta estar con los alumnos y ser una parte importante de sus vidas, sus futuros dependen en gran parte de nosotros, y eso es una gran responsabilidad que acepto con mucho respeto y entusiasmo. Porque aunque muchos nos digan que estamos locos... ¿Quién no quiere ser aquel profesor del que todos nos acordamos con cariño, por haber encauzado nuestras vidas de alguna manera? Dar nuestra mejor versión únicamente depende de nosotros, ¿estáis preparados?

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, P., García, J., & Fernández, J. (2004). Ideología ambiental del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria. Implicaciones didácticas y evidencias sobre la validez de un instrumento. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 3(3), 385-396. Disponible en: [http://reec.uvigo.es/volumen3/REEC\\_3\\_3\\_8.pdf](http://reec.uvigo.es/volumen3/REEC_3_3_8.pdf).

Castillo, R. M. (2010). La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. *Revista electrónica Educare*, 14(1), 97-111.

Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. *26EDCE. Investigación Y Transferencia Para Una Educación En Ciencias: Un Reto Emocionante*, 1–28.

Domènech-Casal, J. (2014). Experiencias e ideas para el aula. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 22(3), 267-276.

Ferraro García, F., & Aznar Sánchez, J. Á. (2008). El distrito agroindustrial de Almería: un caso atípico. *Mediterráneo Económico*, 13, 353–382.

Ferrer, F.; García, G.; González, M. & Luis, J. (2011). El cambio climático y el agua. Lo que piensan los universitarios. *Climate change and wáter: what university students think*, 29(3), 427-438.

Fibonacci Scientific Committee (2010). Fibonacci Starting Package: Scientific background. (<http://www.fibonacci-project.eu/>)

González, F. (2014). Ecología y Sociedad. *Universitas Humanística*. Disponible en: <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/univhumanistica/article/view/9619>.

Harlen, W. (2015). Principios y grandes ideas de la educación en ciencias. *PhD Proposal*, 1. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Harlen, W.; Grupo IAP (2009). Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Preparando a los Profesores. *An International report from the IAP Working Group on Science Education*.

Hernández Carretero, A.M.; Velázquez de Castro, F.; Corrales Vázquez, J.M.; Burgui Burgui, M. (2015). Valores y enfoques ambientales en la Enseñanza Secundaria Obligatoria a través de los libros de texto. *Ensayos de ética ambiental Vol.2, 8-9*.

Márquez, C; Izquierdo, M; Espinet, M. (2003). Comunicación multimodal en la clase de ciencias: el ciclo del agua. *Enseñanza de Las Ciencias, 21(3), 371-386*. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=743301>

Nebot, M.R; Márquez Bargalló, C. (2014). El ciclo del agua en el laboratorio. Una propuesta de modelización. *Alambique. Didáctica de Las Ciencias Experimentales, núm.77, pp.17-24*.

Petit Pérez, M.F., & Solbes Matarredona, J. (2012). La ciencia ficción y la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias, 30(2), 55-72*. Disponible en: <http://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/254503/391050>.

Pita López, M. F. (2003). El clima de Andalucía. *Geografía de Andalucía, 137-174*



## 11. ANEXO

### 11.1. Pasos a seguir para el diseño de un “acuífero casero”

Los materiales que se van a necesitar para su construcción son: una garrafa transparente (como una garrafa de agua) que sea lo suficientemente grande para poder realizar la experiencia (de unos 6L por ejemplo). Dos botellas pequeñas de plástico, un cuadro de tela, gomas elásticas o pegamento, tijeras/cúter, arena de playa, arena natural de gato (sepiolita) y agua.

Para la construcción de los dos pozos que vamos a introducir en nuestro acuífero, retiramos con unas tijeras o cúter la parte de arriba y de debajo de las dos botellas pequeñas de plástico, dejándoles forma de cilindros abiertos por ambos lados. Uno de los extremos de la botella vamos a cubrirla con un trozo de tela que pegaremos con pegamento o fijaremos con una goma elástica. Este paso es importante, ya que debe quedar lo suficientemente ajustado para que no entre arena por nuestro pozo.

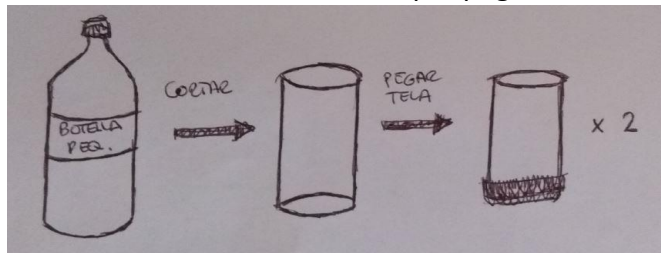


Imagen 11. Construcción de los dos pozos de la maqueta.

A la garrafa grande se le corta la parte superior para permitir que tenga una boca ancha y se quede en forma de cilindro. Lo primero que introducimos en la garrafa es la arena de playa (material permeable) y uno de los pozos. A continuación echamos agua para saturar la arena y que comience a ascender el agua por el pozo. Una vez que tengamos el pozo con agua, añadimos una capa de arena de gato (sepiolita, material impermeable) para conseguir un acuífero confinado. Después de la capa impermeable volvemos a echar arena de playa y acoplamos el segundo pozo, para conseguir un acuífero libre. A esta capa no le echaremos agua, así dejamos ese pozo vacío a la espera de ver el fenómeno en clase.

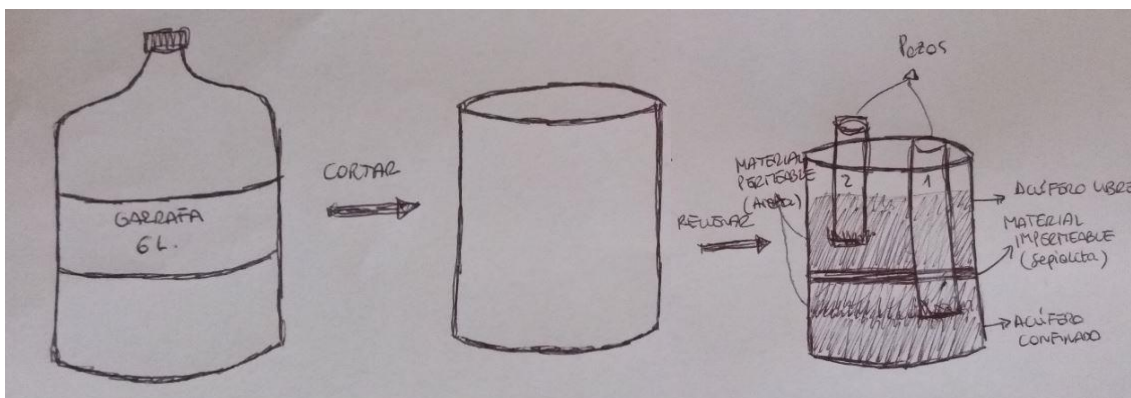


Imagen 12. Esquema de montaje de la maqueta de acuífero.

### 11.2. Perfiles de respuestas para la actividad A1

Todas las respuestas de los alumnos están divididas por su similitud. A continuación se muestran imágenes de respuestas a esa pregunta para cada uno de los perfiles.

- No indica procedencia:

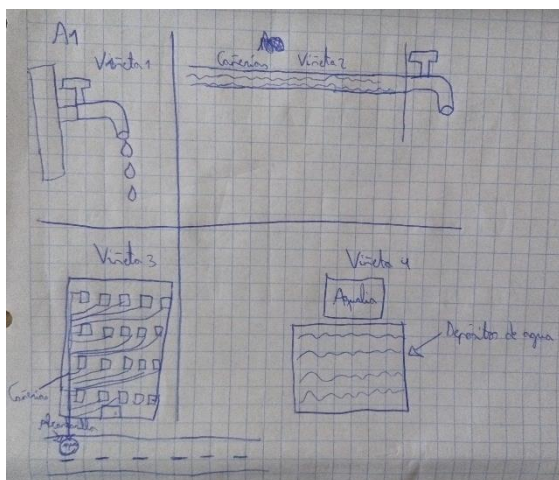


Imagen 13. Respuesta tipo al perfil:  
Agua almacenada en depósitos (4 alumnos)

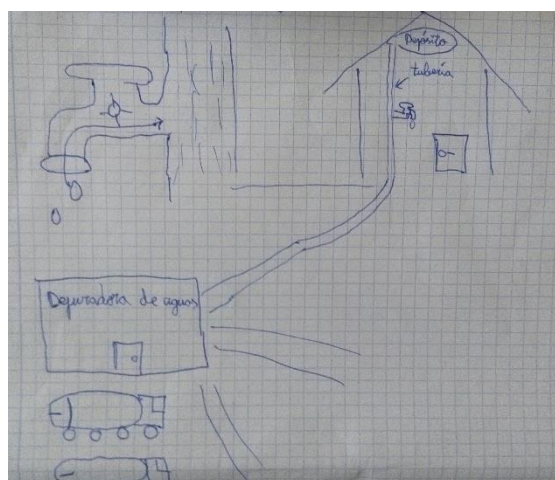


Imagen 14. Respuesta tipo al perfil:  
Depuradoras (EDAR) (15 alumnos)

- Procedencia del agua: superficial

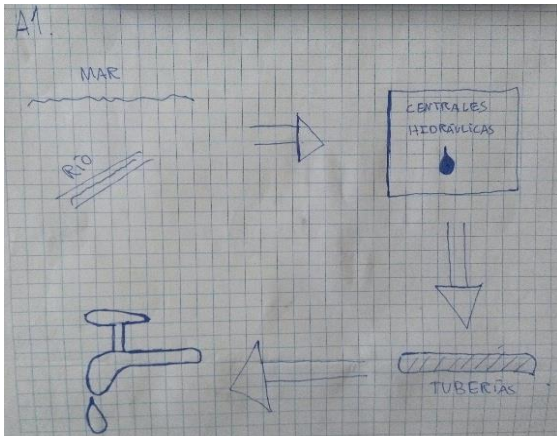


Imagen 15. Respuesta tipo al perfil:  
Lagos, ríos y lluvia (3 alumnos)

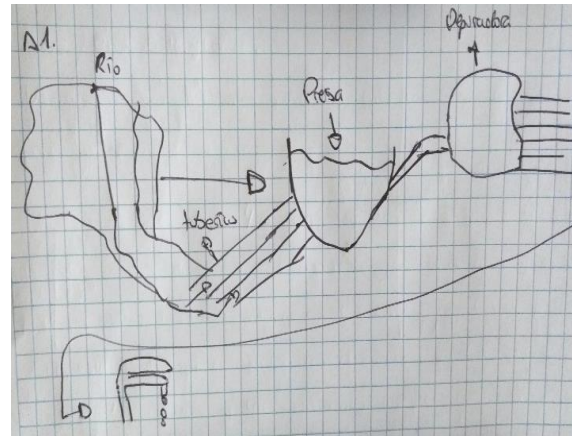


Imagen 16. Respuesta tipo al perfil:  
Lagos, ríos y lluvia + depuradoras (2 alumnos)

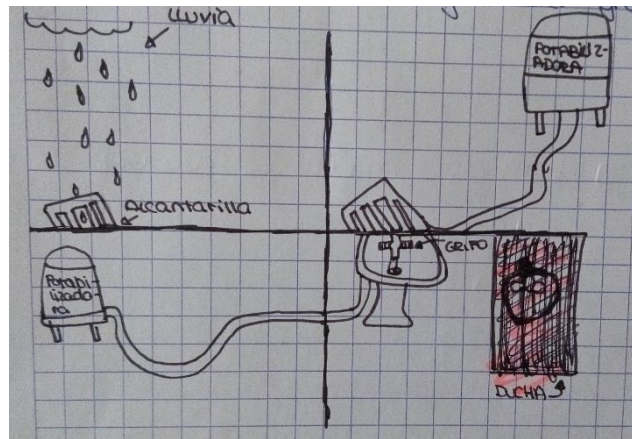


Imagen 17. Respuesta tipo al perfil:  
Alcantarillado que recoge la lluvia + potabilizadora (1 alumno)

- Procedencia del agua: subterránea

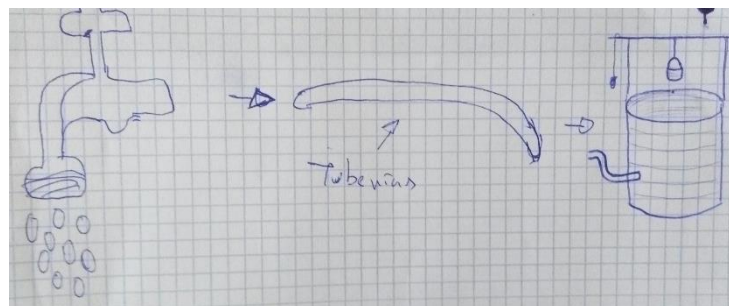


Imagen 18. Respuesta tipo al perfil:  
Agua subterránea/pozo (5 alumnos)

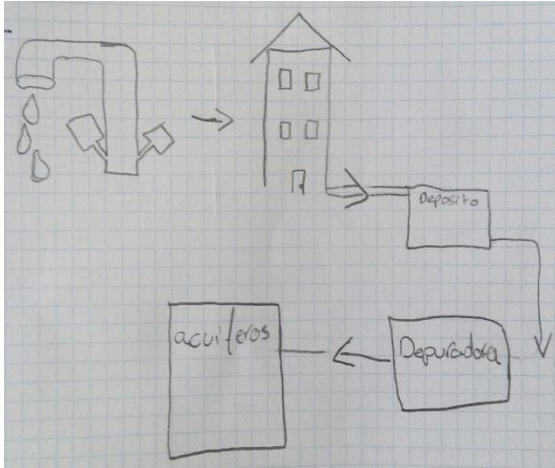


Imagen 19. Respuesta tipo al perfil:  
Agua subterránea/pozo + EDAR (9 alumnos)

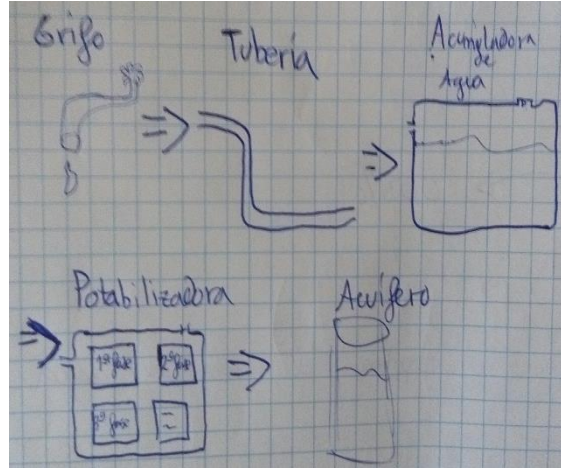


Imagen 20. Respuesta tipo al perfil:  
Acuífero + potabilizadora + tuberías (4 alumnos)

### 11.3. Perfiles de respuestas para la actividad A12

Todas las respuestas de los grupos están divididas por su similitud. A continuación se muestran imágenes de respuestas para cada uno de los perfiles.

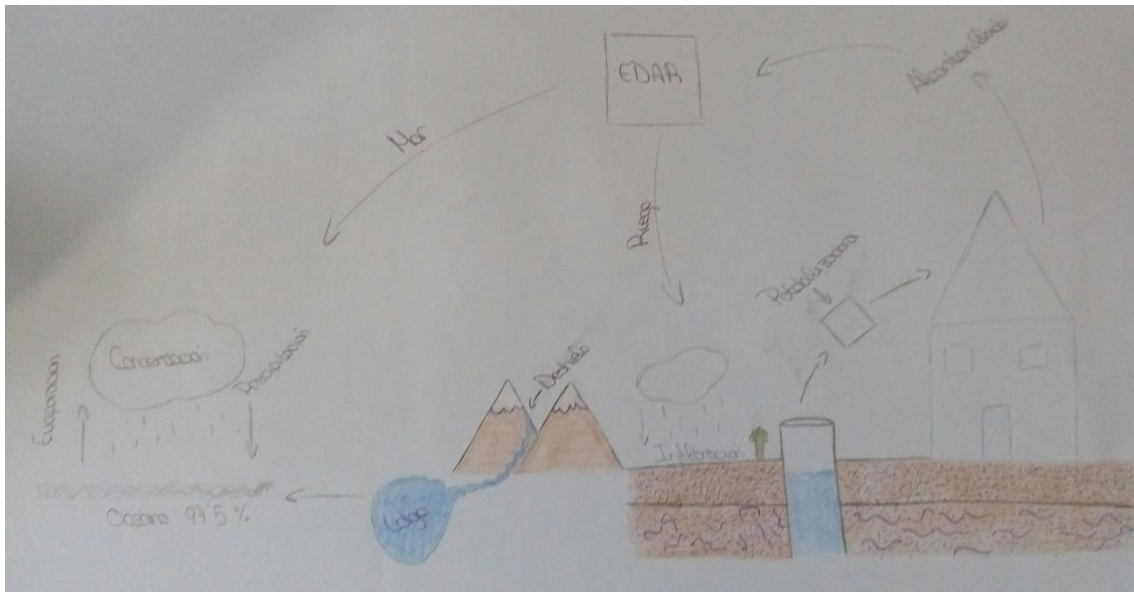


Imagen 21. Ciclo del agua completo (6 grupos)

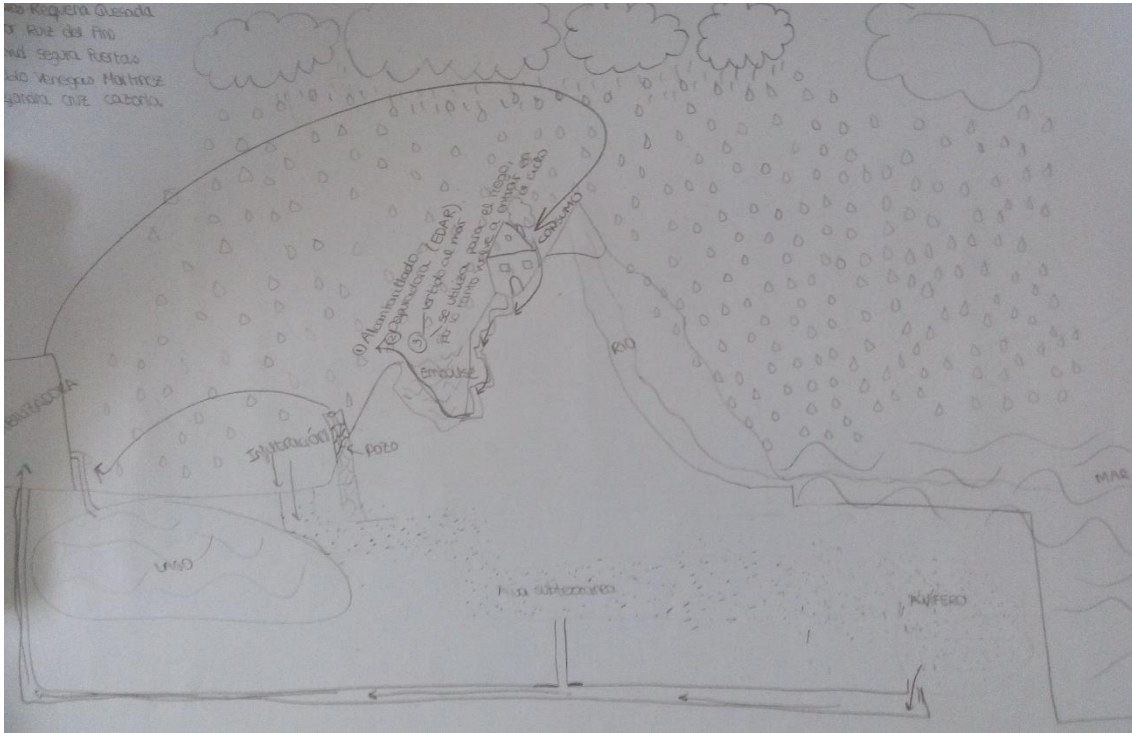


Imagen 22. Deficiencias en nombrar algún/os procesos (3 grupos)

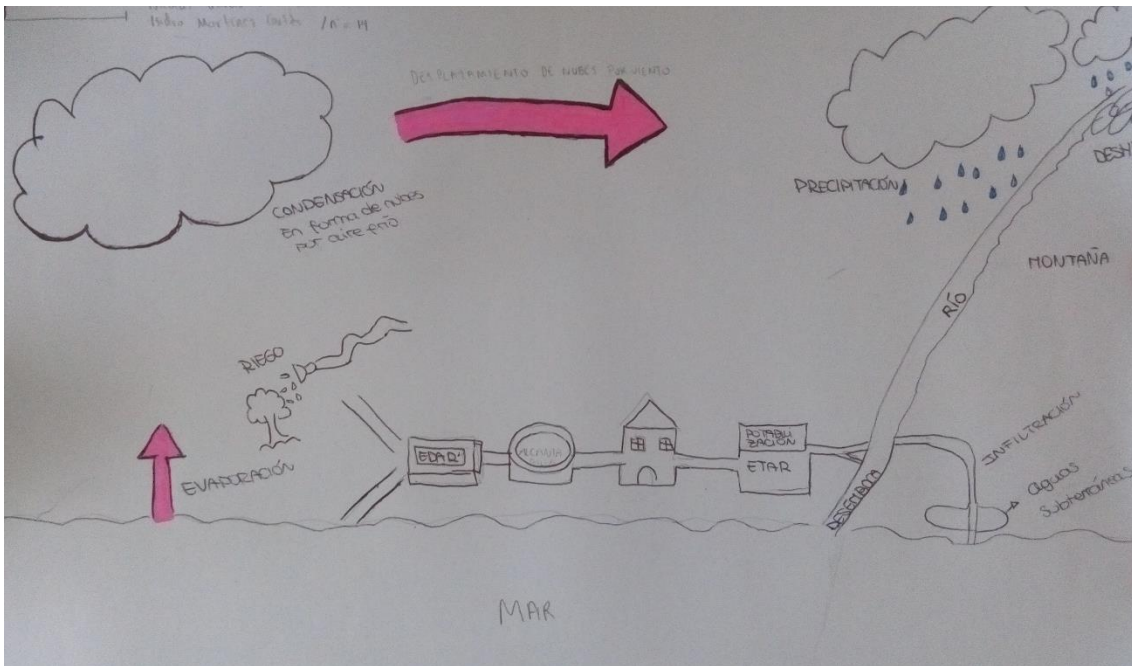


Imagen 23. Representación del acuífero poco ajustada a la realidad (2 grupos)

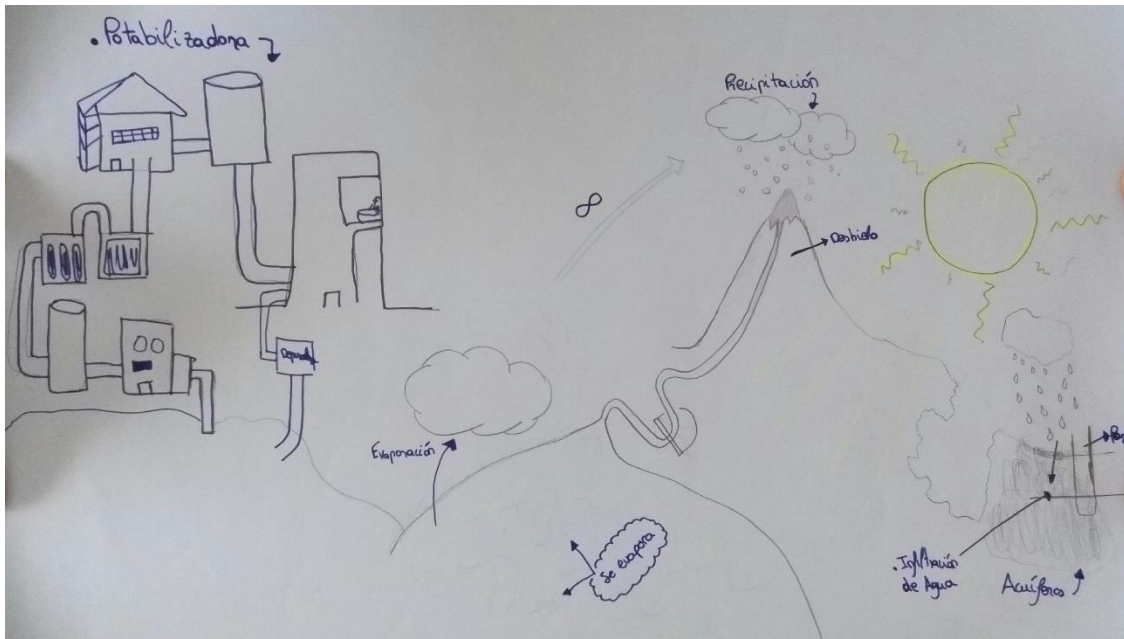


Imagen 24. Falta de conexión entre el ciclo natural y el ciclo urbano (1 grupo)