

Diseño de una propuesta de aula con un enfoque interdisciplinar: estudio de sedimentos fluviales con apoyo de las matemáticas y exposición de los resultados en inglés

Autor: Huerta Zafra, Olga María (Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas).

Público: Educación secundaria. **Materia:** Biología y Geología. **Idioma:** Español.

Título: Diseño de una propuesta de aula con un enfoque interdisciplinar: estudio de sedimentos fluviales con apoyo de las matemáticas y exposición de los resultados en inglés.

Resumen

El presente TFM desarrolla una propuesta interdisciplinar para implementar con alumnos de Educación Secundaria. Mediante la actividad diseñada se trabajan áreas muy diversas como son la Geología, las Matemáticas y la lengua inglesa. El objetivo es introducir al alumnado en el trabajo interdisciplinar que se lleva a cabo en ciencia y la contribución al desarrollo de competencias para la vida y valores, a través del trabajo del método científico y el trabajo cooperativo.

Palabras clave: Interdisciplinariedad, Competencias clave, Método científico.

Title: Design of a classroom proposal with an interdisciplinary approach: study of fluvial sediments with the support of mathematics and exposure of results in English.

Abstract

The present TFM develops an interdisciplinary proposal to implement with Secondary Education students. Through the designed activity we work very diverse areas such as Geology, Mathematics and the English language. The objective is to introduce the students to the interdisciplinary work that is carried out in science and the contribution to the development of competences for life and values, through the work of the scientific method and the cooperative work.

Keywords: Interdisciplinarity, Key competences, Scientific method.

Recibido 2018-08-20; Aceptado 2018-08-24; Publicado 2018-09-25; Código PD: 099096

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TFM

El presente Trabajo Fin de Máster (en adelante TFM) se realiza como colofón final del Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de idiomas, y se encuadra dentro de la temática 1: Diseño de propuesta de aula basada en la interdisciplinariedad.

La elección de la temática de estudio se fundamenta en la inquietud de la autora de este trabajo por exponer al alumnado la relación existente entre distintas materias que se imparten en la Educación Secundaria Obligatoria (en adelante, ESO) y que cursan los estudiantes, en base a las competencias clave establecidas en la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato.

En la actualidad, la resolución de los distintos retos científicos se enfoca desde una perspectiva integral y, en este sentido, la incorporación de la interdisciplinariedad al proceso de enseñanza-aprendizaje se convierte en una exigencia curricular (Llano et al., 2016) ya que, tal como puntualiza Álvarez (2004), contribuye a la cultura integral del alumno y al desarrollo de su pensamiento complejo y científico, evitando con ello una “compartimentación de conceptos” (Castañer y Trigo, 1995, p.12) y permitiéndole abordar problemas desde la óptica de distintas disciplinas, contribuyendo así al desarrollo del pensamiento flexible y, en consecuencia, mejorando el proceso de enseñanza y aprendizaje.

No obstante, esta visión moderna de abordaje de la ciencia no siempre fue así: en épocas previas al Renacimiento, debido a la necesidad de profundizar en las distintas ramas de la ciencia, tuvo lugar un fraccionamiento del conocimiento y

una ruptura entre los nexos de unión de las distintas disciplinas científicas (Llano et al., 2016). Sin embargo, a medida que la ciencia evoluciona, surge una “reacción contra la especialización” (Tamayo, 2004, p.64) que da lugar al inicio de la interdisciplinariedad.

Es preciso indicar que la inclusión de la investigación en las aulas supone introducir al alumnado en un pensamiento crítico. A su vez, para fomentar la investigación es necesario que el docente se apoye en “estrategias y situaciones significativas y relevantes que motiven al alumno a buscar, producir y construir conocimientos” (Matos y Pasek, 2008) de forma que el papel del docente en el proceso de enseñanza y aprendizaje sea el de un mediador, permitiendo al alumno “despertar y mantener” su motivación (Orden ECD/65/2015) y convertirse de esta forma en el auténtico protagonista de su aprendizaje.

Entre los objetivos de la etapa de secundaria que se enumeran en el Decreto 43/2015, se encuentra la necesidad de “acercar la ciencia al alumnado” como forma “de mejorar su calidad de vida, respetarse a sí mismo, a las demás personas y al entorno, ayudándole a tener criterios propios y a despertar su interés por el aprendizaje”. En este sentido, y siguiendo las afirmaciones de Asensi-Artiga y Parra-Pujante (2002), se considera que la aplicación del método científico contribuye al desarrollo del pensamiento reflexivo puesto que sus etapas se corresponden en cierta forma con las etapas propias del método científico (Asensi-Artiga y Parra-Pujante, 2002). Así, en el caso del pensamiento reflexivo, tal como evidencian Asensi-Artiga y Parra-Pujante (2002), las fases que se suceden son: la advertencia de una dificultad, la búsqueda de una solución provisional, la comprobación de que esa solución es adecuada, la verificación de los resultados y, finalmente, el diseño de un esquema mental que se usará en futuras situaciones de similar naturaleza. De igual modo, en el caso del método científico, las etapas a seguir son las siguientes: formulación de un problema/pregunta que dé inicio a una investigación, enunciado de las distintas hipótesis de trabajo, la recogida de datos y el análisis de los mismos. Lo anterior, permite deducir que trabajar el método científico con los alumnos supone ofrecerles una oportunidad para el desarrollo de la reflexión y el análisis, pero también para la adquisición de actitudes y valores de formación personal, como son la atención, la disciplina, la paciencia, el rigor, la limpieza, la serenidad, el riesgo, la responsabilidad... (Orden ECD/65/2015).

En el desarrollo de este TFM se ha diseñado una actividad de investigación que se plantea al alumnado de 1º curso de ESO, como forma de introducir a los estudiantes en el método científico de forma temprana. Para ello, partirán de una pregunta, formularán hipótesis y harán un análisis estadístico matemático, de los datos numéricos obtenidos por la medición de los ejes principales de cantos rodados de origen fluvial. Tras el análisis de datos, los alumnos expondrán los resultados en inglés.

Por tanto, la propuesta diseñada trabaja áreas muy diversas como son la Geología, las Matemáticas y la lengua inglesa, a la par que contribuye al desarrollo de competencias clave, tales como, competencias cívicas y sociales y competencias lingüísticas en inglés y en lengua materna, cuya importancia se concreta entre los objetivos de la Etapa de Educación Secundaria Obligatoria (Real Decreto 1105/2014).

La investigación que los alumnos deberán llevar a cabo es de tipo descriptivo con un enfoque cuantitativo, ya que se busca la descripción de los materiales sedimentarios de origen fluvial y la medición de los principales ejes perpendiculares de los sedimentos para, mediante el estudio de las relaciones axiales, y tras la aplicación de la estadística inferencial, deducir la forma de los cantos rodados de una población en base a la información numérica obtenida en una muestra.

Una vez llevada a cabo la investigación y obtenidas las conclusiones sobre la forma que presentan los sedimentos fluviales, los resultados serán expuestos en inglés al resto del grupo y se llevará a cabo un debate abierto en el aula acerca de los resultados obtenidos y sus impresiones.

La investigación a desarrollar junto con la aplicación del método científico, persigue que los alumnos comprendan que el conocimiento científico es “un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas” (Real Decreto 1105/2014) a la par que es una forma más de conocimiento donde, debido a la aplicación del método científico, el resultado obtenido es verificable, objetivo, metódico, sistemático, explicativo, predictivo y generalizable (Arias, 2006) y donde, por lo tanto, no tiene cabida la invención. Además de lo anterior, y tal como aparece recogido en el currículo del Principado de Asturias (Decreto 43/2015), mediante el trabajo del método científico los estudiantes adquieren no sólo destrezas relacionadas con las fases del propio método y que llevan a la toma de decisiones basadas en pruebas, sino que también se desarrolla el interés por la ciencia y el aprendizaje y se incide en la permanencia de la capacidad de asombro y la curiosidad.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

2.1. La finalidad y los objetivos del trabajo

En este TFM se tratarán de aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del desarrollo del Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de idiomas, con el objetivo de llevar a cabo el futuro ejercicio de la profesión docente desde un ámbito riguroso, profesional e innovador; y, paralelamente, buscando una educación inclusiva y respetuosa con las características personales, el ritmo y el estilo de aprendizaje de cada alumno.

Entre las finalidades principales se encuentra el interés de la autora de este TFM por aportar una nueva *buena práctica* a las ya existentes en la bibliografía y contribuir con ello al aprendizaje de los alumnos. Además, mediante cada una de las fases propuestas en la actividad planteada se busca:

1. Contextualizar los contenidos que se desarrollan en el aula desde un punto de vista teórico.
2. Contribuir al desarrollo cognitivo y metacognitivo de los alumnos.
3. Favorecer la aceptación y entendimiento de los cambios que tienen lugar en su organismo durante la adolescencia.
4. Fomentar el pensamiento flexible y reflexivo de los alumnos a través del desarrollo de una investigación científica y la aplicación del método científico.
5. Contribuir al desarrollo de habilidades sociales y valores educativos importantes mediante el trabajo con metodología cooperativa.
6. Contribuir al desarrollo de competencias clave.

Para alcanzar estos objetivos se ha diseñado una actividad a desarrollar en varias fases. Por un lado, mediante la fase de muestreo se trata de que los alumnos se familiaricen con los sedimentos fluviales estudiados en la unidad didáctica y también con los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación que se estudian en la misma; así como que conozcan el método de trabajo de campo que llevan a cabo los geólogos según lo especificado en el bloque 1 de contenidos del currículo de ESO en el Principado de Asturias.

Durante la fase de tratamiento de datos en gabinete, el trabajo se apoyará en la materia de Matemáticas por ser una materia troncal en la etapa de ESO, contribuyendo así al desarrollo de la competencia matemática y en ciencia y tecnología, y dando a los alumnos una visión integradora de las distintas materias que cursan. En realidad, se trata de trabajar los conceptos y técnicas estadísticas estudiadas en el aula desde un punto de vista general, esta vez de forma contextualizada y particularizando su aplicación a una situación real concreta.

En este sentido, el estudio de la estadística mediante proyectos reales supone la aplicación de los conceptos que se ven en el aula, a un caso concreto. Este hecho, tal como sugieren Batanero y Díaz (2004), es un proceso difícil para los estudiantes puesto que, por un lado, además de ser necesario disponer de los conocimientos técnicos que permitan el abordaje del problema, es preciso contar con los conocimientos estratégicos que favorezcan la aplicación de los conceptos teóricos a la situación particular sobre la cual versa el proyecto. Pero además, se vuelve imprescindible que los alumnos desarrollen el razonamiento estadístico, por lo que se considera que la unión de todos estos factores y la demostración práctica de la aplicabilidad de los conceptos que se desarrollan en el aula, puede suponer un aumento de la motivación del alumnado. Razón por la que se considera que la contextualización de la estadística mediante proyectos, es imprescindible para garantizar el aprendizaje de los estudiantes.

Durante la fase de exposición oral, el objetivo es contribuir al desarrollo de las competencias cívicas y sociales, el respeto a los demás y sus opiniones, así como la necesidad de la implicación personal en un proyecto final en común; sin olvidarnos de la contribución al desarrollo de competencias lingüísticas en lengua extranjera. En este sentido, tal como recoge la Orden ECD/65/2015, las lenguas extranjeras y en nuestro caso particular la lengua inglesa, contribuyen al desarrollo del componente estratégico de las competencias lingüísticas. Es decir, mediante el estudio de lenguas diferentes a la materna, los alumnos desarrollan estrategias cognitivas, metacognitivas y socioafectivas, todas necesarias para una correcta comunicación y que suponen la superación de un conjunto de dificultades presentes a la hora de enfrentarse al acto de comunicación propiamente dicho.

Sumado a lo anterior y siguiendo a Ferrero (2012), el hecho de que los alumnos expongan oralmente en el aula delante de sus compañeros, acerca de un tema que han trabajado, mejora el aprendizaje. Entre los beneficios que esta autora defiende respecto a la exposición oral, se encuentran la mejora de la competencia comunicativa y la expresión escrita de quien expone pero, además, también se contribuye al desarrollo de la capacidad auditiva de los oyentes, que han de practicar una escucha activa acerca de lo que se está exponiendo y que se asemeja a lo que ellos mismos deberán exponer en otro momento, por lo que los alumnos estarán más atentos y aprenderán más. Por otra parte, la misma autora destaca que el hecho de que todos los grupos realicen una exposición acerca de la misma temática y desde el mismo enfoque de investigación, implica un trabajo de creatividad puesto que los alumnos deberán desarrollar todo tipo de estrategias que consideren oportunas para darle a su exposición su sello personal y diferenciarla de las exposiciones de sus compañeros.

En cuanto a la contribución a la adquisición de competencias clave se puede afirmar que, tal como asegura Reyzábal (2012), las competencias ligadas al currículo no se adquieren de manera espontánea ni instantánea, sino que requieren de una sistematicidad y, sobre todo, precisan de un entrenamiento. Por tanto, una aplicación en situaciones nuevas y una contextualización mediante actividades planificadas e intencionadas, ayudan a la adquisición de las competencias, a la vez que, tal como sugiere esta autora, se contribuye a que la propia experiencia se convierta en una competencia en sí misma como aprendizaje para la vida.

Se destaca especialmente la contribución de la actividad propuesta en este TFM, a la adquisición de competencias cívicas y sociales y del sentido de la iniciativa y el trabajo autónomo de los alumnos, entendiendo esta autonomía como la capacidad de toma de decisiones para guiar el propio aprendizaje hacia una meta concreta (Monereo, 2006).

Por tanto, la finalidad principal de este TFM no sólo es transmitir a los alumnos conocimientos (“saber”) sino procedimientos de trabajo (“saber hacer”) y estrategias propias para el aprendizaje (“aprender a aprender”), tal como se recoge en la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), contribuyendo al desarrollo cognitivo de los estudiantes.

2.2. El proceso o las fases que se han seguido en su elaboración

La temática escogida acerca de la interdisciplinariedad es una de las temáticas propuestas en el Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de idiomas, para el desarrollo del TFM.

A la autora del presente trabajo le ha parecido la opción más interesante entre el resto de propuestas existentes, debido a que permite mostrar al alumnado la relación de la Geología con otras disciplinas que se imparten en la etapa de secundaria y que, a su parecer, no se encuentra del todo representada en el currículo de la materia donde el enfoque con el que se aborda la Geología no se considera demasiado atractivo para el alumnado.

Parte de la actividad diseñada fue llevada a cabo por la autora de este TFM durante el estudio de su carrera universitaria aunque, claro está, con un mayor grado de profundidad acorde al nivel de estudios. Tras la finalización de su licenciatura y posterior salida al mundo laboral, la autora del trabajo pudo constatar la necesidad de abordar cuanto antes el conocimiento científico y el trabajo sistemático propio de la ciencia. De modo que, tras la elección de la función docente como futuro camino, la autora de este trabajo considera que el desarrollo de esta práctica con alumnos de secundaria es imprescindible, no sólo por los aprendizajes que conlleva, sino porque supone el inicio temprano de los alumnos en la ciencia. Teniendo en cuenta, además, que nos situamos en el comienzo de una etapa educativa de carácter obligatorio, que los alumnos se inicien cuanto antes en este campo podría garantizar que, independientemente de sus futuras elecciones laborales, conozcan y puedan beneficiarse de estos aprendizajes.

Así, tras la revisión bibliográfica y curricular para conseguir un buen aprovechamiento de la actividad, la autora del trabajo tomó la decisión de desarrollar la propuesta con alumnos de 1º curso de ESO porque, en su opinión, además de lo anterior podría aportarles una nueva perspectiva de la disciplina geológica, muy interesante de cara al inicio de etapa en la que se encuentran los estudiantes y la visión de la Geología de cara a próximos cursos y /o etapas posteriores; la utilidad del tratamiento estadístico-matemático de datos para la obtención de conclusiones reales, así como, la importancia de la difusión de los resultados de carácter científico.

Otra de las razones para la elección del 1º curso de ESO, se justifica en base al rango de edades de los alumnos: si se tiene en cuenta que se trata de alumnos inmersos en una etapa evolutiva donde surgen cambios, tanto físicos como psicológicos mediante la aparición de las operaciones formales y el pensamiento abstracto como partes del desarrollo

cognitivo, la implementación de esta actividad en este curso en concreto, supone beneficios cognitivos para los alumnos porque se trata de una actividad retadora, a desarrollar en una etapa llena de oportunidades para el ser humano. Por tanto, al suponer un reto cognitivo para los alumnos a través del trabajo del método científico en Geología, se considera que la actividad diseñada es acorde a este rango de edades tanto en contenidos como en competencias. Además, el trabajo de la materia desde un punto de vista interdisciplinar, implica entender cómo esta disciplina se apoya en otras áreas como las Matemáticas a modo de herramienta; o la lengua inglesa para la difusión de los resultados de las investigaciones de carácter científico, fomentando con ello la adquisición de conocimientos que posibiliten el aprovechamiento de etapas posteriores, según se especifica como objetivo de la materia de Biología y Geología, en el Decreto 43/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en el Principado de Asturias.

En cuanto a los resultados, se torna imprescindible que los alumnos dominen la comunicación en ciencia, tal como requiere la Orden ECD/65/2015, donde se incide en que los alumnos deben manejar el lenguaje científico como forma de entendimiento y comunicación en ciencia.

Lo expuesto hasta el momento, así como los resultados esperables fruto de la implementación de la actividad con los alumnos, sirven de base para el diseño de esta actividad y la redacción de este TFM.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA: ESTADO DE LA CUESTIÓN

A mediados del siglo XX se introduce en la educación un concepto denominado “alfabetización científica” debido a la “necesidad de vincular, de manera decidida, la enseñanza de las ciencias a dimensiones formativas” (Banet, 2007, p.7). Sin embargo, tal como resaltan Furió, Vilches, Guisasaola y Romo (2001), no es hasta la década de los noventa cuando tiene lugar el despegue mundial de la ciencia en la educación, de la mano de las distintas reformas educativas.

Son muchos los autores que defienden el estudio de las ciencias en secundaria. Tal como argumentan Niedo y Macedo (1997), el estudio de la ciencia es necesario porque favorece la comprensión del mundo que nos rodea, su complejidad y globalidad, a la vez que permite el desarrollo del pensamiento lógico y de las habilidades para desenvolverse en la vida diaria, afrontar sus desafíos y relacionarse con el entorno (Niedo y Macedo, 1997). En la misma línea, Furió et al. (2001) consideran que el estudio de las ciencias contribuye a formar ciudadanos críticos y capaces de tomar decisiones adecuadas, lo que justifica que se deba comenzar cuanto antes una formación en materias científicas y, en este sentido, la educación secundaria es una etapa ideal por ser un momento de cambios físicos y psíquicos en los estudiantes donde la educación en general, y la educación científica en particular, debería favorecer la comprensión y admisión de todos esos cambios, fortaleciendo la autoestima, reforzando la autoconfianza de los jóvenes, estimulando actitudes tolerantes para consigo mismos y para con los demás y buscando desarrollar una educación crítica de las nuevas generaciones (Niedo y Macedo, 1997).

Por otro lado, el estudio de la ciencia en educación secundaria no sólo consiste en el desarrollo de los contenidos teóricos en el aula, sino que, de forma transversal, se debe incidir en la adquisición de otro tipo de aprendizajes. En este punto, se vuelven imprescindibles las prácticas de campo que ocuparían un lugar destacado por ser oportunidades educativas relacionadas con factores como el cuidado del medioambiente, contribuyendo así a la “alfabetización ambiental” de los estudiantes (Del Toro y Morcillo, 2011). Pero además, y siguiendo a los mismos autores, las prácticas de campo también favorecen la dimensión afectiva de los estudiantes en el sentido de que, al tratarse de actividades divertidas, suponen un aliciente tanto en el aprendizaje como en la vinculación con su entorno más cercano, favoreciendo el compromiso de los alumnos con su localidad de residencia y aumentando la motivación hacia el estudio a través del contacto directo con la naturaleza y la oportunidad de desarrollar de forma real el método científico (Del Toro y Morcillo, 2011).

No obstante, la “alfabetización científica” y la “alfabetización ambiental” de las que se han comentado sus bondades en párrafos anteriores, no se adquieren de forma aleatoria sino que deben materializarse mediante la implantación de un procedimiento que establezca una serie de garantías de aprendizaje, y aquí es donde entra en juego el concepto de “buena práctica”.

Una “buena práctica” es una “actuación que con un procedimiento, método o estrategia determinada, mejora una situación inicial en un resultado que alcanza el propósito deseado con un buen nivel de realización, y puede ser un referente útil para otros usuarios” (Universidad de Deusto, 2014). Se trata pues, de un concepto íntimamente ligado al concepto de calidad, en este caso de calidad educativa (De Pablos y González, 2007).

Como se ha comentado con anterioridad, la práctica a desarrollar en este TFM, se basa en el estudio de los sedimentos fluviales y consiste en una actividad interdisciplinar con alumnos de 1º curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), paralelamente al desarrollo de una unidad didáctica que forma parte del bloque 5. “El relieve terrestre y su evolución”, del currículo de Biología y Geología regulado por el Decreto 43/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en el Principado de Asturias.

Entre los criterios de evaluación especificados en el citado bloque 5 del currículo, se establece que los alumnos deben conocer los procesos geológicos externos de erosión, transporte y sedimentación. Así que, con motivo del desarrollo de dicha unidad didáctica en el aula, se propone un estudio de los sedimentos fluviales del río que pasa por la localidad donde se ubica el centro educativo.

Al tratarse de una actividad interdisciplinar, con los datos recabados en la salida de campo, el/la docente de Matemáticas trabajará bloques relativos a su materia. Concretamente, el bloque 5. “Estadística y probabilidad” del currículo según lo especificado en el Decreto 43/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en el Principado de Asturias.

La actividad elegida se justifica en base a que el estudio de los sedimentos depositados por el río, nos aporta datos sobre el origen de los materiales, la energía y agente de transporte, etc., datos íntimamente relacionados con los criterios de evaluación del bloque 5 de la materia de Biología y Geología, descritos anteriormente. Por lo tanto, mediante la medición de los ejes de los cantos rodados, y tras obtener algunas relaciones axiales relacionadas con índices que definen la forma de los mismos, se obtienen conclusiones acerca del origen y transporte de los materiales.

No obstante, dado que se trata de una técnica compleja utilizada en estudios sedimentológicos de investigación, y esta actividad va a desarrollarse con estudiantado de 1º curso de ESO, en ningún caso el desarrollo de estos complejos cálculos forma parte de los objetivos. En cuanto a lo anterior, puntualizar que la autora del presente TFM es absolutamente consciente de que la actividad planteada a los alumnos de 1º de ESO no es en ningún caso completa desde el punto de vista sedimentológico, ya que, con los datos que se van a obtener no es posible establecer conclusiones válidas de tipo sedimentológico ni de la forma de los cantos dado que, para ello, sería preciso llevar a cabo un estudio profundo de los sedimentos donde se midan otros parámetros y no sólo la forma, por esa razón, tal como se comentó anteriormente, no es la finalidad de la actividad planteada. En realidad, de lo que se trata es de trabajar datos de carácter geológico mediante análisis estadístico para ofrecer a los alumnos una realidad científica interdisciplinar, a la vez que, se deja abierta una posible vía de profundización de los objetivos en caso de que la práctica se desarrolle con alumnos de niveles y etapas posteriores. Igualmente, se busca que la exposición oral en lengua extranjera sirva para incidir en la importancia de la difusión de las conclusiones obtenidas en ciencia.

Así, se hace imprescindible la contextualización de la actividad, no sólo desde el punto de vista geográfico sino desde el punto de vista del alumnado participante, sus conocimientos previos, curso y etapa donde se decida implementar la actividad, etc.

Dicho lo anterior, y salvando las dificultades comentadas, lo que se pedirá a los alumnos en este caso en concreto es que definan, únicamente, la forma de los cantos haciendo uso del análisis estadístico y la aplicación de las formas definidas por Zingg (1935), de modo que sólo medirán y apuntarán las tres dimensiones perpendiculares de los cantos (largo, alto y ancho), como una introducción sencilla al trabajo de campo de recogida de datos numéricos para su posterior tratamiento en gabinete.

En Geología, el estudio de los sedimentos y rocas sedimentarias es llevado a cabo por una disciplina geológica denominada Petrología Sedimentaria. Su interés va desde ámbitos científicos hasta ámbitos aplicados (Alonso, 2013). En los primeros, el estudio de este tipo de rocas nos permite reconstruir los sucesos que tuvieron lugar en el pasado y que dieron lugar a las rocas sedimentarias actuales, de modo que se pueden extrapolar los resultados a los procesos que tienen lugar hoy en día, así como a procesos futuros. Desde el punto de vista aplicado, el interés por el estudio de los sedimentos y las rocas sedimentarias es fundamentalmente de tipo económico: ingeniería civil, materiales de construcción, rocas ornamentales y áridos, así como en rehabilitación y mantenimiento de obras de nuestro Patrimonio Histórico, entre otros.

La materia de Biología y Geología en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), tal como recoge el currículo del Principado de Asturias (Decreto 43/2015), contribuye a que los alumnos desarrollen las destrezas y capacidades necesarias para el ejercicio de una ciudadanía responsable y activa, así como a que tomen “conciencia de la influencia de la ciencia en todos los ámbitos de la vida” (Decreto 43/2015). Teniendo en cuenta que durante la adolescencia tiene lugar el desarrollo

de las operaciones formales de carácter cognitivo, y de naturaleza hipotético-deductiva, muy relacionadas con el proceso de toma de decisiones, parece razonable pensar que las materias cursadas por los alumnos durante esta etapa vital de la adolescencia, no sólo supongan un enriquecimiento en conocimientos sino que, además de permitirles adquirir destrezas o capacidades para la vida, supongan un apoyo para su desarrollo cognitivo y favorezcan el pensamiento complejo y flexible. En este sentido, el estudio de la materia de Biología y Geología en la educación secundaria, como materia de carácter científico, contribuye al desarrollo de la toma de decisiones desde la rigurosidad y la argumentación. En esta misma línea de pensamiento, autores como Pozo (1996) consideran que “razonar formalmente es razonar de un modo científico” refiriéndose con ello a que el desarrollo de las operaciones formales supone pensar como un científico y enfrentarse a la realidad con esa mentalidad. Desde una perspectiva inversa, de lo anterior se podría deducir que para pensar como un científico es necesario, entre otras cosas, el desarrollo de las operaciones formales cognitivas justificándose con ello la necesidad de incidir en la alfabetización científica durante la etapa de Educación Secundaria y, en particular, mediante el estudio de la materia de Biología y Geología.

Además, se considera que el estudio de nuestra materia en la etapa de ESO supone entrenar al estudiantado en el concepto de flexibilidad. Teniendo en cuenta que la sociedad actual es una sociedad de constantes cambios donde a menudo reina la incertumbre, la enseñanza de nuestra materia contribuye al desarrollo de competencias que permiten la adaptación flexible de los individuos a la realidad actual, ya que la ciencia, particularmente desde una visión holística e interdisciplinar, favorece el desarrollo del pensamiento flexible (Carvajal, 2010). Por esta razón, el estudio de la Biología y Geología en la Educación Secundaria es imprescindible, ya que, las competencias en ciencia y tecnología que se desarrollan de la mano de esta materia, favorecen el desarrollo del pensamiento científico (Orden ECD/65/2015) y, con ello, del pensamiento complejo y adaptativo. De la mano de lo anterior y teniendo en cuenta el Decreto 43/2015 por el que se regula el currículo de la ESO en el Principado de Asturias, la competencia matemática no sólo tiene que ver con la realización de cálculos numéricos, sino que también está relacionada con la interpretación y representación de datos de forma que, sin perder de vista lo expuesto en el citado Decreto 43/2015 donde reza: “toda interpretación conlleva un grado de incertidumbre con el que hay que aprender a trabajar para poder asumir las consecuencias de las propias decisiones”, se podría afirmar que la materia de Biología y Geología, a través de la competencia matemática, también favorece al desarrollo de la capacidad de los alumnos para lidiar con la incertidumbre antes comentada.

No obstante, la materia de Biología y Geología también favorece el desarrollo del resto de competencias clave. Y así, el currículo del Principado de Asturias (Decreto 43/2015) recoge la contribución de nuestra materia al desarrollo y adquisición de competencias clave, contribución que se detalla a continuación:

En cuanto al desarrollo de la competencia lingüística, nuestra materia contribuye a través de tareas que impliquen la búsqueda de datos, su recopilación, procesamiento y posterior exposición utilizando un vocabulario científico y una metodología de trabajo que implique el diálogo como forma de comunicación.

Por parte de la competencia en ciencia y tecnología, el currículo de ESO del Principado de Asturias establece que la materia de Biología y Geología a la vez que favorece el desarrollo del pensamiento científico, promueve la asunción de retos y desafíos del mismo modo que se asumen en las actividades científicas.

En cuanto a la competencia digital, esta materia cuenta con la necesidad de contrastar la información desde una actitud crítica ante el cúmulo de información que puede encontrarse en la red.

La competencia aprender a aprender, que estimula el aprendizaje a lo largo de toda la vida, se ve apoyada por el carácter eminentemente práctico de la materia, donde el pensamiento reflexivo juega un papel muy importante porque favorece la detección de errores y la autoevaluación de los estudiantes.

La competencia social y cívica se desarrolla mediante la exposición de trabajos en el aula y la generación de debates entre los estudiantes, entendiendo estos últimos como una herramienta de diálogo, donde entran en juego el respeto por las opiniones de los demás, la tolerancia y la empatía. El trabajo en grupo supone saber escuchar a los demás y aprender a negociar, sobretodo cuando se trata de un trabajo de carácter grupal donde cada uno de los miembros colabora y donde los alumnos deben aprender a exponer sus ideas desde una postura respetuosa y, a su vez, a tomar decisiones de una forma democrática.

Siguiendo con la aportación de la Geología y Biología a la adquisición de competencias clave se puede afirmar que, gracias a la actividad de investigación planteada a los alumnos, se trabaja la competencia sentido de iniciativa y espíritu emprendedor puesto que es necesaria la búsqueda y selección de información para el trabajo, así como la planificación,

organización y asunción de riesgos, lo que supone, tal como se especifica en el currículo de Educación Secundaria del Principado de Asturias, “un entrenamiento para la vida” (Decreto 43/2015).

En el mismo currículo, se explicita que la competencia conciencia y expresiones culturales supone “apreciar el entorno en que vivimos” (Decreto 43/2015), de forma que la contextualización de los contenidos a través de la actividad propuesta en el medio cercano a los alumnos, implica que conozcan y aprecien la riqueza de su entorno y la necesidad de mantener y cuidar el medio ambiente, empezando por el más cercano.

3.1. Revisión de buenas prácticas vinculadas al tema central del estado de la cuestión

Tras la revisión bibliográfica, no se han encontrado propuestas que versen sobre el tema central que se desarrolla en el estado de la cuestión del presente trabajo. No obstante, en cuanto a la realización de prácticas de campo en secundaria y bachillerato, sí se tiene constancia de la existencia de algunas propuestas que cuentan con este recurso de aprendizaje en su diseño. A continuación se ofrece algún detalle explicativo de algunas de las encontradas por la autora de este trabajo, como forma de justificar el diseño que se propone:

El portal interuniversitario GEOCAMP (s.f.) ofrece un amplio abanico de itinerarios geológicos como recurso didáctico en la enseñanza de la materia de Geología. Dicha web, además de recoger numerosos itinerarios ya creados, cuenta con un editor propio que permite la incorporación de nuevas rutas a todo aquel que lo desee. De forma que, esta “herramienta de innovación docente es un recurso libre y abierto a toda la comunidad educativa, tanto universitaria como de Secundaria y Bachillerato” (Brusi et al., 2011), así como a geólogos que libremente deseen contribuir con sus aportaciones.

En lo que a itinerarios para el estudio de la Geología se refiere, cobran cada vez más interés los de carácter urbano por su cercanía a los centros educativos, de modo que el estudio de la materia en el medio natural se vuelve más asequible. Tal es el caso del inventario propuesto por Fuertes et al. (2016), un grupo de docentes cuya propuesta recopila una serie de fichas de localidades con paradas de interés geológico didáctico y que permiten, por un lado, el estudio de aspectos de carácter geológico y, por otro, el trabajo de aptitudes de igual forma que se trabajarían en las salidas de campo habituales.

Otras actividades con salidas de campo como base de la propuesta son las organizadas por los Departamentos de Biología y Geología de los Institutos de Enseñanza Secundaria. Entre las encontradas, la autora de este TFM quisiera destacar una iniciativa del I.B. de Ginés (Sevilla), llevada a cabo en el curso escolar 1993-1994 y desarrollada con alumnos de 1º curso del antiguo Bachillerato Unificado Polivalente (BUP). En este caso, Pedrinaci, Sequeiros y García de la Torre (1994) plantean que el trabajo de campo es la forma de aprendizaje de la Geología y proponen un caso práctico donde los alumnos deben llevar a cabo un estudio acerca de los cambios que tuvieron lugar en una determinada zona de interés geológico, así como la búsqueda de las evidencias de esos posibles cambios. Para ello, los jóvenes tienen que extrapolar los conocimientos teóricos vistos en el aula, a la zona de afloramientos visitada.

En relación con la falta de interés que se detecta en el alumnado, Fondevilla (2018) afirma que la razón principal es la descontextualización de las materias de carácter científico y la gran carga teórica que suponen. En este sentido, el autor plantea una experiencia práctica, con metodología de aprendizaje basado en problemas (ABP), para implementar en un instituto de Lleida y donde se llevan a cabo actividades cuyo objetivo es acotar el problema y plantear hipótesis previamente a la recogida de datos en el campo. La finalidad es contextualizar los aprendizajes, mediante la presentación a los alumnos de problemas reales, para que sean éstos quienes aporten soluciones.

En cuanto a las salidas de campo del ámbito de la Biología, aparecen algunas para el estudio de especies animales y vegetales. En la propuesta de Aranda et al. (2017), el objetivo es la identificación de la morfología de los insectos. Otro ejemplo lo encontramos en la propuesta de Rivera y Amórtegui (2015) donde la finalidad buscada es que los estudiantes conozcan cuál es la función de los quirópteros en la naturaleza. En ambos casos, el objetivo común es el acercamiento de los estudiantes a la metodología de trabajo en ciencia.

Como puede observarse, los docentes de ESO y Bachillerato consideran importante la realización de salidas de campo para el aprendizaje de los contenidos que se ven en el aula desde un punto de vista real. Se desarrollan multitud de experiencias prácticas siendo las detalladas en párrafos anteriores, sólo algunas de las existentes. No obstante, en la búsqueda bibliográfica llevada a cabo por la autora para la elaboración de su TFM, no se han encontrado evidencias de la existencia de trabajos similares al propuesto.

4. DESARROLLO DE LA BUENA PRÁCTICA

4.1. Objetivos de aprendizaje

Los objetivos perseguidos son:

1. Conocimiento *in situ* de los sedimentos depositados, su distribución y relación con los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación vistos en la unidad didáctica.
2. Conocimiento del método científico en Geología y del trabajo de campo y de gabinete.
3. Contribuir, de manera transversal, al desarrollo de las competencias clave descritas en el Anexo I de la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato. Tal como se detalla en dicha orden, las competencias a las que se pretende contribuir son:
 - 3.1. Competencia lingüística: mediante la expresión oral en la exposición ante el resto de compañeros, el uso eficaz del vocabulario y a su vez adecuado a la edad, para justificar las aportaciones; y la capacidad para sintetizar la información, explicitando lo más importante, en un tiempo de exposición acotado.
 - 3.2. Competencia matemática y competencia en ciencias y tecnología: supone el conocimiento del método científico, del método de trabajo en Geología y el razonamiento lógico-deductivo a partir del tratamiento de los datos recabados.
 - 3.3. Competencia aprender a aprender: necesaria para el aprendizaje a lo largo de toda la vida. Supone la organización, el tratamiento de la información y la búsqueda efectiva de la información necesaria, así como el dominio de la autorregulación y el control del propio proceso de aprendizaje. Por lo tanto, implica el desarrollo de otras destrezas tales como la capacidad de reflexión, el desarrollo de la planificación, el análisis del proceso y la evaluación propia de los resultados obtenidos y del proceso en sí mismo.
 - 3.4. Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor: supone la organización del tiempo en relación con las tareas a desarrollar; la iniciativa personal para proponer al grupo diferentes organizaciones del trabajo. Por su parte, el espíritu emprendedor supone la toma de conciencia acerca de la situación que se aborda y la capacidad de planificar las acciones necesarias y el trabajo autónomo preciso para alcanzar un objetivo determinado.
 - 3.5. Competencias cívicas y sociales: relacionadas con la cooperación, la colaboración y el compromiso personal en un trabajo en grupo. Es decir, estas competencias se relacionan con la implicación personal en un proyecto final en común. Por otro lado, el respeto a los demás y sus opiniones son valores inherentes a esta competencia, por lo que implica el manejo “de un comportamiento de respeto a las diferencias expresado de manera constructiva” (Orden ECD/65/2015) y la gestión de los conflictos igualmente desde un punto de vista respetuoso con los demás.
 - 3.6. Competencia digital: se traduce en el uso de los medios digitales para la gestión y el tratamiento de los datos, la seguridad en el uso de internet y la búsqueda funcional y efectiva de la información. El desarrollo de esta competencia conlleva el desarrollo de destrezas tales como la creatividad en la resolución de los problemas y la renovación personal como una forma de adaptación a las nuevas necesidades tecnológicas.

4.2. Justificación curricular de la propuesta

Desde el punto de vista curricular, la práctica diseñada se encuadra en el bloque 5 titulado “El relieve terrestre y su evolución” y en el bloque 1 titulado “Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica” de la materia de Biología y Geología según el Decreto 43/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en el Principado de Asturias.

Por su parte, el tratamiento estadístico de los datos entra dentro del bloque 5 denominado “Estadística y Probabilidad” de la materia de Matemáticas según lo descrito en el citado currículo de Educación Secundaria Obligatoria del Principado de Asturias.

De igual forma, en lo concerniente a exposición oral de los resultados obtenidos tras el tratamiento de los datos, se relaciona con el bloque 2 “Producción de textos orales: expresión e interacción” de la materia de primera lengua extranjera (Inglés) del currículo de ESO del Principado de Asturias, según se especifica en el Decreto 43/2015, de 10 de junio.

4.3. Descripción de la propuesta

La actividad interdisciplinar comienza con el desarrollo en el aula de los contenidos de la unidad didáctica referente a la erosión, transporte y sedimentación correspondiente al bloque 5 de la materia de Biología y Geología de 1º curso de ESO, según aparece en el currículo del Principado de Asturias. Una vez explicados en clase los contenidos mínimos que permitan el conocimiento y asimilación de nuevos conocimientos *in situ*, se llevará a cabo una salida de campo con los alumnos, en este caso de 1º curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), durante la cual realizarán mediciones de sedimentos fluviales.

Tras la toma de muestras, con los datos recabados en la salida de campo tendrá lugar una segunda fase de trabajo consistente en un estudio estadístico de tratamiento de los datos que nos llevará a la obtención de conclusiones, en este caso, acerca de la forma de este tipo de materiales.

Una vez realizado el tratamiento de los datos, se desarrollará una tercera fase consistente en la exposición oral en lengua inglesa, de los resultados que los alumnos han obtenido durante su trabajo de gabinete.

Previamente al inicio de la actividad y al desarrollo de las fases antes mencionadas, el/la docente de la materia de Biología y Geología dedicará una sesión para explicar a los alumnos en qué consiste la actividad que van a realizar y cuáles son las conclusiones que se pueden deducir del tratamiento de los datos.

Ya que se pretende relacionar la actividad con los contenidos de la unidad didáctica y puesto que el método científico es la metodología a seguir para la investigación, se planteará a los alumnos la siguiente pregunta: “¿Cuál es la forma de los cantos rodados depositados por el Río Nalón a su paso por nuestra localidad?”.

Para responder a esta cuestión, es necesario medir los 3 ejes perpendiculares principales de los cantos (Figura 2) y establecer algunas relaciones axiales para, mediante ellas, determinar la forma de los cantos por cotejo con el diagrama de Zingg (Figura 1) que se explicará y dará copia a cada grupo de trabajo.

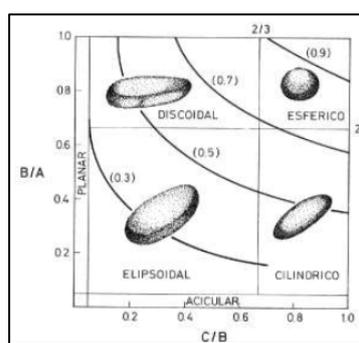


Figura 1.- Forma de los cantos según Zingg (1935).
Imagen extraída de Corrales, Rosell, Sánchez de la Torre, Vera y Vilas (1977).

Por tanto, será necesario dedicar, al menos, una sesión introductoria para la explicación de los contenidos mencionados anteriormente, así como para explicar el modo de llevar a cabo tales mediciones, el funcionamiento del pie de rey y cómo se deben apuntar las medidas de forma correcta para facilitar que, posteriormente en el gabinete, se pueda realizar el tratamiento estadístico de esos datos y establecer las relaciones axiales de los cantos rodados que permitirán la deducción

de su forma. En este sentido, sería útil realizar una tabla que los alumnos irán rellenando durante la salida de campo y que podría confeccionarse a lo largo de esta primera sesión introductoria.

También durante la misma, se iniciará a los alumnos en la medición de los ejes principales de los cantos rodados siguiendo las siguientes instrucciones:

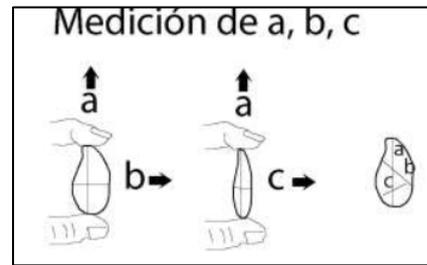


Figura 2.- Posición de los ejes mayor (a), intermedio (b) y menor (c). Imagen extraída de Pettijhon (1970)

Se trata de una actividad con la que se busca la iniciación de los alumnos en estos contenidos, por lo cual, la investigación que realizarán será muy somera y los objetivos de aprendizaje en este caso concreto no estarán relacionados con un estudio sedimentológico sino que serán más cercanos a la introducción de conceptos estadísticos de 1º curso de ESO, así como a la presentación al alumnado del concepto de interdisciplinariedad, del método de trabajo en Geología y a la contribución al desarrollo de competencias para la vida.

En cuanto al muestreo, éste se realizará de forma aleatoria y, en este caso, el tamaño de la muestra no se calculará en base a fórmulas matemáticas como en cualquier estudio estadístico de rigor con el objeto de conseguir una muestra realmente representativa, puesto que se consideran cálculos complejos para el nivel que cursan los alumnos, a pesar de que sí se tratará de obtener un número importante de medidas con la finalidad de contar con abundantes datos numéricos de cara a la fase 2 de tratamiento de los mismos. No obstante, en caso de reproducir esta práctica con alumnos de cursos superiores, sería interesante valorar si el cálculo de un tamaño de muestra representativo podría formar parte de los objetivos a desarrollar con la actividad, en función de los conocimientos iniciales de los alumnos o la posible adquisición de los mismos en la fase previa al inicio de la actividad.

En ningún caso se permitirá que los alumnos se acerquen al cauce fluvial y mucho menos que se introduzcan en el mismo para la toma de muestras, en primer lugar por su seguridad puesto que no se trata de una zona de cauce abandonado o donde el agua esté estancada y que podría permitir, en cierta medida, la introducción de los alumnos en esa área particular del cauce; sino que, muy al contrario, la corriente fluvial en la zona es elevada y sería peligroso para los alumnos acercarse al cauce ya que además, de forma recurrente, el río sufre variaciones de caudal en función de la apertura o cierre de la presa que se ubica en la zona alta de la cuenca fluvial. En segundo lugar, la zona donde se ha planeado llevar a cabo el muestreo está relativamente alejada del cauce principal, por lo que está situada en una zona considerada de seguridad, unido lo anterior a que existe una amplia población de cantos rodados de similares características morfométricas e idóneos para el muestreo. Por estos motivos, se concluye que la recogida de datos se realizará en área de llanura de inundación alejada del cauce y de fácil acceso para todos.

En caso de replicar la práctica se podría valorar la posibilidad de realizar el muestreo en otro tipo de zona de sedimentación fluvial aunque se aconseja que se lleve a cabo en una zona de similares características, preferiblemente en zona de llanura aluvial, por los motivos que se exponen. De no ser así, a modo de recomendación, el muestreo podría llevarse a cabo en una zona de cauce abandonado donde haya un depósito de materiales importante, y para lo que los alumnos deberán ir provistos de ropa y calzado adecuados, que permitan su introducción en el agua.

Por tanto, es importante incidir en la necesidad de contextualizar la práctica en caso de réplica, así como contar con la debida autorización de los padres o tutores legales de los alumnos, para realizar la actividad en tales condiciones.

Siguiendo con la explicación de la actividad, en la primera fase se realizará la salida de campo, de una jornada escolar de duración, a las inmediaciones del río que pasa por la localidad donde se ubica el centro educativo, con el objeto de que

los alumnos vean los sedimentos *in situ*, su depósito por el río y las características morfológicas de estos materiales (cantos rodados).

Para el estudio de los sedimentos, el total de alumnos del grupo se dividirá en varios subgrupos heterogéneos de alumnos (Lago, Pujolàs y Naranjo, 2011) con el fin de trabajar una educación inclusiva.

Con la ayuda de un calibre, medirán los ejes de los cantos y anotarán las mediciones en la tabla de su cuaderno, tal como se explicó en la primera sesión introductoria de la actividad. En concreto, cada alumno deberá medir 10 cantos, así, teniendo en cuenta que en nuestro caso la clase está compuesta de 22 alumnos, se habrá realizado un muestreo de 220 cantos, con el fin de obtener una muestra lo más representativa posible de toda la población de cantos ubicados en la llanura aluvial.

Una vez hechas las mediciones, en el laboratorio del centro comenzará una segunda fase en la que se desarrollará un trabajo de gabinete consistente en la representación de todas las medidas de cantos en una tabla formato tipo Excel. Se harán cálculos estadísticos según lo descrito en el bloque 5 sobre “Estadística y Probabilidad” de 1º curso de ESO de la materia de Matemáticas según aparece detallado en el currículo de secundaria del Principado de Asturias y se estudiarán las relaciones axiales mediante representaciones gráficas, todo ello conjuntamente con el/la docente de Matemáticas al tratarse de un proyecto interdisciplinar.

Una vez obtenidas las relaciones axiales b/a (índice de elongación) y c/b (índice de aplastamiento o achatamiento), se relacionarán con las formas de Zingg (1935) para determinar cuál es la tendencia principal de la forma de los cantos rodados. Para ello, los alumnos se apoyarán en la siguiente clasificación:

1. Discoidales: $b/a > 2/3$ y $c/b > 2/3$
2. Esféricos: $b/a > 2/3$ y $c/b > 2/3$
3. Elipsoidales: $b/a < 2/3$ y $c/b < 2/3$
4. Cilíndricos: $b/a < 2/3$ y $c/b > 2/3$

Tras la clasificación, los alumnos concluirán cuáles son las formas predominantes de los cantos que han medido y cuyos resultados pueden extrapolarse a la totalidad de la población de cantos rodados existentes en el tramo de estudio, dando así respuesta al interrogante que dio pie al inicio de la investigación.

En la tercera fase de desarrollo, los alumnos prepararán una exposición oral en inglés, por ser esta la primera lengua extranjera que cursan, con apoyo de una presentación tipo PowerPoint. Para ello trabajarán conjuntamente con el/la docente de primera lengua extranjera (inglés).

El trabajo de los alumnos a lo largo de estas fases de procesamiento de datos y preparación de la exposición, así como en la exposición en sí misma, será grupal con metodología de aprendizaje cooperativo. El motivo principal de esta decisión se debe a que este tipo de aprendizaje busca la ayuda mutua entre alumnos mediante su distribución en agrupaciones, para el desarrollo de las actividades planteadas dentro de un contexto de enseñanza-aprendizaje (Vera, 2009) y porque es “la única manera de atender juntos en una misma aula a alumnos diferentes” (Pujolàs, 2012), en aras de una escuela inclusiva e incidiendo especialmente, por tanto, en el desarrollo no sólo de valores de convivencia sino en competencias cívicas y sociales.

En la última fase de la actividad, se llevará a cabo la exposición por grupos y se desarrollará en el aula un diálogo/debate abierto donde, cada uno de ellos, expliquen sus impresiones y las relacionen con los contenidos teóricos de la unidad didáctica de la asignatura.

4.4 Temporalización

La *temporalización* de la actividad será la siguiente: una sesión introductoria y preparatoria de la actividad, una salida de campo de una jornada escolar de duración, una sesión de gabinete para el tratamiento de los datos, una sesión de gabinete para la obtención de las conclusiones, una sesión de preparación de la exposición en inglés y una última sesión donde se desarrolle la exposición y se expresen las conclusiones obtenidas. Por tanto, el total de la actividad se desarrollará en 6 sesiones repartidas entre las materias de Biología y Geología, Matemáticas e Inglés.

4.5. Aspectos clave: metodológicos y organizativos

En cuanto a la metodología de trabajo escogida, se ha decidido que durante el desarrollo de gran parte de la actividad, exceptuando la fase de muestreo donde el trabajo será individual por razones que se explicarán más adelante, los alumnos trabajarán mediante metodología cooperativa en grupos heterogéneos.

Con esta opción metodológica se trata de que exista una comunicación entre los integrantes pero sin perder un cierto grado de discrepancia necesario para que la interacción entre ellos sea dinámica y tenga lugar la discusión en el planteamiento de ideas (Casado, 2010).

La razón por la cual la autora de este TFM ha elegido esta forma de trabajo se debe a la existencia de abundante bibliografía que justifica su puesta en práctica en base a los beneficios que aporta al aprendizaje en general: por un lado, a nivel afectivo, influye “sobre la motivación y sobre las atribuciones que realiza el alumno cuando fracasa” (León, Felipe, Iglesias y Latas, 2011). Por otro lado, y siguiendo a los mismos autores, a nivel cognitivo y emocional, el aprendizaje cooperativo disminuye las respuestas egocéntricas porque cambia la conducta individual del alumno y la inclina hacia el beneficio del grupo. Además, León et al. (2011) consideran que los beneficios de esta metodología también redundan a nivel social, ya que, favorece el desarrollo de habilidades sociales. En esta línea, la razón primordial por la que la autora de este TFM se ha decantado por la formación de grupos heterogéneos de trabajo, se fundamenta en la “lógica de la heterogeneidad” que defienden autores como Pujolàs (2012) y que se basa en la concepción de individuos diferentes trabajando juntos independientemente de sus diferencias y cuyo reflejo, en el caso que nos ocupa, se encuentra en la escuela inclusiva. Además de lo anterior y tal como se comentaba en el párrafo precedente, otra de las razones se debe a que, precisamente, este tipo de agrupaciones favorece la adquisición de habilidades sociales dado que, como comentan Díaz-Aguado y Andrés (1994), la existencia de interacciones adecuadas entre los alumnos proporciona un contexto para el desarrollo de este tipo de habilidades que, como argumentan las mismas autoras, son muy “necesarias para afrontar los altos niveles de incertidumbre que con frecuencia se producen en las relaciones simétricas, y poder aprender así a cooperar, negociar, cuestionar lo que es injusto..., objetivos fundamentales de la tolerancia y la educación para la paz” (Díaz-Aguado y Andrés, 1994, p.115). Y, a su vez, objetivos directamente relacionados con el desarrollo de adecuadas competencias cívicas y sociales.

No obstante, a pesar de los beneficios comentados acerca de esta metodología de aprendizaje y tal como se ha comentado anteriormente, en la fase de toma de muestras llevada a cabo durante la salida de campo es preferible que los alumnos trabajen de forma individual. La finalidad de esta elección es que todos los participantes en la actividad aporten medidas de cantos a su grupo, favoreciendo con ello el aprendizaje individual del uso del pie de rey y de la toma de medidas, así como, el aprendizaje acerca de la necesidad de colaboración de todos y cada uno de los integrantes de un equipo para sacar adelante un objetivo común y favoreciendo así el desarrollo de la responsabilidad individual y del trabajo autónomo. Tanto el aprendizaje del desarrollo del trabajo en equipo como de forma individual forman parte de los objetivos de la etapa de ESO (Real Decreto 1105/2014), siendo en particular el trabajo individual, considerado como un medio para el desarrollo personal.

A título organizativo, durante la primera fase cada alumno tomará sus propios datos para que exista una aportación individual de medidas. Posteriormente, tanto el tratamiento de estos datos como su exposición serán grupales, con la metodología antes comentada de aprendizaje cooperativo.

La salida de campo se realizará durante una jornada escolar y se considerará obligatoria para todos los alumnos puesto que se valorará su trabajo como parte de la evaluación de la unidad didáctica que se está desarrollando.

En este caso particular no será necesario el alquiler de autobuses para el transporte hasta el lugar de muestreo, puesto que el centro educativo se encuentra a poca distancia y el trayecto discurre por zona urbana con fácil acceso al lugar. Sin embargo, este detalle ha de valorarse según el caso particular de cada centro educativo.

4.6. Recursos materiales y humanos

Entre los recursos materiales necesarios se encuentran los siguientes:

Un pequeño botiquín equipado con productos de primeros auxilios, por si algún alumno requiriese de atención rápida en el lugar por caída o rasguños. En caso de que algún alumno precise medicación, se nombrará a uno de los docentes acompañantes como encargado de su transporte y recaudo.

También será necesario un calibre para cada alumno para la toma de medidas de los cantos rodados, un cuaderno de notas personal y una cámara fotográfica para apoyar documentalmente las observaciones que se realicen en el campo.

Cada alumno deberá llevar su propia comida y bebida para tomar a lo largo de la jornada, así como crema protectora y gorra para el sol en caso de día soleado, o chubasquero en caso de lluvia. Ropa y calzado adecuados.

Para la participación del alumnado en la actividad, al tratarse de menores de edad, será necesaria la autorización de los padres o tutores legales de los alumnos.

Para el tratamiento de los datos y su representación estadística, se necesitará un ordenador, provisto de un programa tipo Excel u hoja de cálculo, al menos uno por cada grupo puesto que los alumnos trabajarán en cooperativo.

En cuanto a los recursos humanos, será preciso consultar la normativa vigente en la localidad para el cálculo de la ratio alumno/docente.

Con el objetivo de garantizar la atención a la diversidad y favorecer una escuela inclusiva, en aras de la construcción de una cultura de la diversidad (Sosa, 2009) y su transmisión al alumnado, es imprescindible tener en cuenta cualquier circunstancia personal que pudiera dificultar o impedir la participación de todos los alumnos en la actividad. En este sentido, llevar a cabo una “ciencia inclusiva” podría parecer un sinsentido teniendo en cuenta que la diversidad es un hecho perfectamente contrastable a pie de calle. Sin embargo, desde la Asociación Ciencia Sin Barreras se evidencia que, contrariamente a lo que pudiera parecer, la diversidad funcional se traduce de forma habitual en una exclusión del conocimiento (Gómez, 2017). Este es un hecho que una escuela inclusiva no puede obviar, teniendo además la obligación de hacer partícipes a todos los alumnos del total del currículo, independientemente de sus características. Por tanto, a fin de garantizar esta inclusión, serán precisos todos los medios humanos y materiales necesarios para garantizar la participación efectiva del total de alumnos independientemente de sus características personales.

A modo de resumen, en caso de réplica, además de llevar a cabo una contextualización de tipo geográfico dependiendo del río donde se pretendan recoger sedimentos fluviales, será necesario realizar una contextualización de la actividad en función de las características personales de los alumnos que vayan a participar en la misma, de igual forma que se trata de llevar a cabo dentro del aula.

4.7. Evaluación

La evaluación de los alumnos será continua por lo que es interesante disponer de la mayor cantidad posible de evidencias de aprendizaje, a fin de valorar cómo es la evolución personal de cada uno de ellos, así como, para permitir que los docentes realicen los ajustes necesarios en el proceso de enseñanza y aprendizaje con el fin de conseguir que cada estudiante alcance los logros establecidos en los objetivos didácticos de la unidad que se está desarrollando y atender también a la diversidad de alumnado adecuando, de esta forma, la enseñanza a las necesidades de cada alumno y favoreciendo un procedimiento de enseñanza personalizado en función de las características de cada uno de los alumnos.

Entre los procedimientos de evaluación de la actividad se utilizará la *observación sistemática* de los alumnos llevada a cabo mediante un *registro anecdótico* para valorar la participación activa, cómo es el clima de trabajo, la existencia o no conflictos en las relaciones interpersonales así como la forma de resolución de los mismos en caso de producirse, cómo es el uso de los espacios y los recursos y, sin olvidar, la evaluación de la dinámica de trabajo cooperativo (Echeita y Jury, 2007). Para ello y siguiendo el “estilo actitudinal”, se “parte de una nota inicial de 7 (notable) y se modifica en función de su trabajo a lo largo de las sesiones” (López-Pastor y Pérez-Pueyo, 2017, p. 250). La modificación será de 0.5 puntos, tanto en positivo como en negativo.

Por otro lado, también se evaluarán las *producciones grupales de los alumnos* mediante la valoración del *portafolio* donde se recogen las actividades llevadas a cabo por los alumnos en cada una de las fases de la actividad propuesta: la recogida individual de datos en campo, el tratamiento estadístico de los mismos, sus representaciones y conclusiones, así como la presentación tipo PowerPoint diseñada por los alumnos para la exposición en el aula.

Se considera que la presentación del portafolio es la mejor opción de evaluación de aprendizajes puesto que permite la evaluación centrada en el propio proceso de aprendizaje y porque, además, siguiendo a Bordas y Cabrera (2001), se trata de una evaluación “de naturaleza metacognitiva” en el sentido de que permite al alumno analizar cómo es su propio aprendizaje, es decir, permite la autoevaluación del alumno y su autorregulación, contribuyendo con ello al desarrollo de

la competencia aprender a aprender y convirtiendo de este modo, la evaluación de la práctica, en una evaluación formadora para los propios alumnos acerca de su proceso personal de aprendizaje.

Por último, como prueba específica, se tendrán en cuenta las *exposiciones de los trabajos* en el aula. Como instrumento de evaluación de las exposiciones de los alumnos, se sugiere el uso de rúbricas por tratarse de una herramienta objetiva y transparente con gran potencial educativo debido a que la información que ofrecen a los alumnos cada uno de los componentes de las rúbricas, fomenta la motivación al convertirles en partícipes de su proceso de aprendizaje (Alcón, 2016). Además, la misma autora puntualiza que la motivación del alumnado por ocupar una posición activa en su aprendizaje se debe precisamente a la transparencia de estas herramientas evaluativas, puesto que informan a los estudiantes sobre lo que se espera de ellos, es decir, los alumnos saben exactamente lo que se valora y, por lo tanto, les permite dirigir su desempeño favoreciendo el desarrollo de habilidades metacognitivas y de autoevaluación, eliminando la frustración que acompaña a la incertidumbre y facilitando que los alumnos consigan los objetivos de aprendizaje propuestos con la actividad de una forma más sencilla.

5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS: VALORACIÓN DE LA EXPERIENCIA

En este punto se debe aclarar que, por diversas razones, no ha sido posible implementar la actividad con los alumnos por lo que las conclusiones plasmadas a continuación son el resultado de un ejercicio de reflexión de la autora de este TFM y de justificaciones de carácter teórico basadas en autores conocedores de los beneficios de este tipo de metodologías y aprendizajes. Por ende, los resultados y conclusiones expuestos a continuación no son en ningún caso reales en el sentido de que no son fruto de una experiencia real de trabajo con los alumnos.

5.1. Sobre los resultados esperables

Tal como se dejó en evidencia en el apartado destinado a la descripción de la finalidad y objetivos de este Trabajo Fin de Máster, con la implementación en el aula de esta actividad se pretende contribuir al desarrollo cognitivo de los alumnos. Además, los resultados que se esperan obtener mediante el desarrollo de la actividad propuesta, coinciden con el cumplimiento de los objetivos de la actividad, a lo que se suma el beneficio aportado por la interdisciplinariedad en sí misma, el trabajo cooperativo, la inclusión de la investigación científica en el aula y el ejercicio de oratoria ante un grupo.

Mediante el conocimiento *in situ* de los sedimentos fluviales fruto de los procesos de erosión, transporte y sedimentación vistos en el aula a través de la unidad didáctica correspondiente, se busca contextualizar los contenidos teóricos de forma que el propio entorno del alumno, se convierta en un recurso didáctico real y, por tanto, los aprendizajes resultantes sean fruto de esa enseñanza contextualizada. Tal como expone Paixão (2005), la enseñanza contextualizada de las ciencias permite que los alumnos comprendan “la dimensión cultural y ciudadana de la ciencia, independientemente de seguir o no seguir carreras profesionales centradas en la actividad científica” (Paixão, 2005, p.61).

Por su parte, los beneficios de un enfoque interdisciplinar ya han sido comentados ampliamente a lo largo del trabajo, sin embargo, la autora de este TFM considera necesario extenderse en este punto y relacionarlo también con el desarrollo de una educación en valores. Siguiendo a Ortiz (2012), la formación en interdisciplinariedad supone “la formación de personas abiertas, flexibles, críticas, cooperativas, capaces de trabajar en equipo y solidarias” (Ortiz, 2012, p.5). A la vez que, según el mismo autor, gracias a la educación de tipo integral que se lleva a cabo mediante la interdisciplinariedad, se inculcan valores necesarios para afrontar retos sociales desde una perspectiva personal íntegra y moral; valores tales como “la laboriosidad, la responsabilidad, la iniciativa, el optimismo y la perseverancia” (Ortiz, 2012, p.5). En consecuencia, entre los resultados esperables de esta actividad se encuentra también la contribución al desarrollo de estos valores tan necesarios en nuestra sociedad.

De otro modo, consciente de que las bondades de la metodología de trabajo cooperativo escogida ya han sido expuestas en el texto, se considera necesario comentar que este tipo de metodología no sólo se relaciona con una escuela inclusiva sino que además, siguiendo en la misma línea del párrafo anterior, también está ligada a la educación en valores tales como la ayuda a los demás y la capacidad de superación. Autores como Linares (s.f.), afirman que la cooperación es la forma de trabajo que permite que aquellos miembros del grupo más aventajados, ayuden a otros compañeros y, a su vez, aquellos alumnos menos favorecidos o que presentan más dificultades en su proceso de aprendizaje, se vean impulsados a superarse. Por lo tanto, tal como señala este autor, la aplicación de esta metodología no sólo favorece la socialización de los jóvenes, sino que con su aplicación, los aprendizajes dejan de centrarse sólo en los contenidos teóricos para abrir el campo a otros aprendizajes igualmente imprescindibles, tales como el desarrollo de las habilidades sociales y

mentales, y que repercutirán en nuestra organización social futura, en la motivación del alumnado y en la superación de los prejuicios por las diferencias, de la mano de una educación en la tolerancia. En esta línea, tal como contempla el Real Decreto 1105/2014 en la enumeración de los objetivos de la etapa de Educación Secundaria Obligatoria, la educación en la tolerancia es una herramienta para fomentar el respeto a los demás y evitar comportamientos de tipo violento o sexista y, a la vez, favorecer la capacidad afectiva y la mejora en las habilidades sociales de los alumnos. Y siguiendo con los beneficios del aprendizaje cooperativo incidir en que, además de lo anterior, esta metodología también favorece el desarrollo cognitivo, el desarrollo de la responsabilidad, la cooperación, la comunicación y, por último y no menos importante, repercute en el crecimiento personal (Linares, s.f.).

Otro de los resultados esperables de la actividad se relaciona con los beneficios de la incorporación de la investigación científica a las aulas y que están íntimamente relacionados con el constructivismo, ya que, a través de la aplicación y desarrollo del método científico, el alumno va construyendo su aprendizaje desde una posición activa en el proceso. Tal como apostilla Cañal (2007), la investigación en el aula no hace sino corroborar nuestra propia naturaleza humana: curiosa, exploradora y constructora. Por tanto, el aprendizaje basado en la investigación supone un aprendizaje significativo, con un enfoque constructivista y alejado de la memorización mecánica de los contenidos donde, a través de cada una de las etapas de la investigación, los alumnos van construyendo su propio aprendizaje con un papel protagonista y siendo el docente un acompañante, a la vez que guía, en el proceso.

En cuanto a la contribución de la actividad al desarrollo de las competencias clave se podría decir que la actividad propuesta, como forma de contextualizar los contenidos de la Unidad Didáctica que se desarrolla en el aula, se convierte en una herramienta útil para el desarrollo de las competencias (Rodríguez, 2010) porque supone la puesta en práctica de las mismas, debido a “su naturaleza eminentemente aplicativa” y a que “las competencias se forman en interacción con los contextos” (Fernández-Saliner, 2006, p.140).

5.2. Sobre los márgenes de éxito y fracaso

A pesar de que la actividad no ha podido llevarse a cabo en un entorno real, se podría considerar que el grado de éxito o fracaso de la propuesta, y por lo tanto de los aprendizajes esperados, está directamente relacionado con el grado de planificación y organización de la actividad por parte de los docentes implicados en el aprendizaje de los alumnos. Es necesaria, por tanto, una rigurosa planificación de la actividad con el objetivo de que el proceso de enseñanza y aprendizaje sea exitoso (Orden/ECD 65/2015).

Si tenemos en cuenta que los objetivos de aprendizaje de la actividad son claros y concisos; y que, además, los resultados fruto de la metodología establecida para su desarrollo están justificados en la bibliografía por diversos autores y en la práctica por docentes que desarrollan estos métodos con muy buenos resultados, es de suponer que el grado de éxito de la actividad será también positivo teniendo en cuenta, además, los beneficios de la interdisciplinariedad y la contribución de la actividad al desarrollo de competencias.

Se entendería que la actividad ha sido un fracaso si no se alcanzaran ninguno de los objetivos propuestos. De modo que, al menos, en lo concerniente a los aprendizajes transversales trabajados mediante la interdisciplinariedad y el trabajo cooperativo, y los aprendizajes fruto de la contextualización de la unidad didáctica en el medio real y cercano de los alumnos, se estima un alto grado de éxito.

5.3. Sobre las mejoras que genera respecto a las soluciones actuales

Si bien es cierto que el desarrollo de proyectos con un enfoque interdisciplinar es un hecho cada vez más presente en los centros educativos, la autora de este TFM considera que estas propuestas podrían mejorarse con la contextualización de las actividades en el entorno cercano de los alumnos, como es su propia localidad de residencia ya que, de esta forma, no sólo se favorece la “alfabetización ambiental” de los estudiantes antes comentada y defendida por Del Toro y Morcillo (2011) sino que, además, se pone en práctica la relación entre lo teórico visto en el aula y lo práctico que se encuentra en el medio real. De modo que puede mejorar el aprendizaje respecto al desarrollo del mismo tipo de propuestas realizadas dentro del centro. Así lo asegura Velásquez (2005), quien defiende que la interacción de los alumnos con el medio ambiente que les rodea garantiza su desarrollo integral, debido a que este tipo de prácticas exponen abiertamente la relación existente entre lo teórico y el mundo real, de forma que favorecen el desarrollo de la observación directa, la formulación de preguntas y, haciendo uso de la curiosidad innata del ser humano, promueven la investigación.

6. CONCLUSIONES GENERALES

6.1. En relación a la finalidad y objetivos planteados en el trabajo

El desarrollo de esta práctica supone múltiples beneficios para los alumnos. Lo anterior está respaldado por los beneficios esperados de la propia contextualización de la actividad, del trabajo desde un enfoque interdisciplinar, del trabajo cooperativo, la investigación científica a pie de aula y la oratoria, sin olvidar la contribución de la actividad al desarrollo de las competencias clave. En este sentido, tal como sugiere la Orden ECD/65/2015, mediante la actividad diseñada se ha pretendido contribuir al desarrollo de un aprendizaje integrador de todas las competencias clave de forma que suponga el “aprendizaje de más de una competencia al mismo tiempo” (Orden ECD/65/2015), a fin de tratar de garantizar que los alumnos sean capaces de transferir estos conocimientos a los distintos ámbitos de su vida futura, tanto a nivel personal como profesional (Orden ECD/65/2015). Como asegura Fernández-Saliner (2006), no es posible pensar en competencias puras sino que se trata de saberes interdependientes, por lo tanto, se podría deducir que su abordaje desde un enfoque integrador supone acercar al alumno a la garantía de su adquisición.

6.2. Reflexión personal final

Por la contrariedad de no haber podido desarrollar esta actividad con los alumnos y en consecuencia no haber podido establecer unas conclusiones reales, a la autora de este TFM le interesaría sugerir la necesidad de réplica de esta actividad a fin de establecer conclusiones reales de aprendizaje, tanto desde el punto de vista de los contenidos como de los aprendizajes transversales.

De igual modo, se sugiere llevar a cabo una investigación docente paralela al desarrollo de la propuesta, donde se describan de forma exhaustiva todo el proceso así como los beneficios encontrados en el aprendizaje de los alumnos mediante el desarrollo de esta actividad. Por tanto, se propone que esta investigación docente se lleve a cabo desde un punto de vista cualitativo para determinar con profundidad la calidad del proceso de aprendizaje de los alumnos implicados y, a la vez, que permita contrastar desde un punto de vista crítico, los resultados reales obtenidos con los resultados teóricos esperados para así realizar todas aquellas correcciones en el diseño que se consideren necesarias a fin de que la tendencia sea lo más cercana posible a la excelencia educativa de los alumnos y del docente. De esta forma, se evidencia la necesidad de llevar a cabo una investigación educativa con un enfoque interpretativo y descriptivo del proceso de enseñanza y aprendizaje a través de la actividad diseñada, conjuntamente con un enfoque crítico que permita la mejora de la realidad educativa en las aulas, siempre desde una perspectiva de acuerdo a la diversidad, como reflejo de nuestra sociedad.

Así mismo y de la mano de lo anterior, la autora de este TFM considera imprescindible que, al finalizar la réplica, el docente lleve a cabo un ejercicio de introspección donde realice la autoevaluación de todo el proceso en función de los objetivos de aprendizaje que se han propuesto. La finalidad de este ejercicio ha de ser la valoración de la calidad de su proceso de enseñanza y, por lo tanto, de la función docente, con el objetivo de mejorar y suplir todas aquellas deficiencias o dificultades encontradas durante la implementación de la actividad, así como enriquecer la propuesta diseñada siempre desde un punto de vista crítico y constructivo, sin olvidar que el fin último de la actividad es el aprendizaje de los alumnos.

Bibliografía

- Alcón, M. (2016). La rúbrica como instrumento de evaluación en los estudios universitarios. *Observar*, 10 (1), 1-15. Recuperado de https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/25308/Alcon_2016%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alonso, A. M. (2013). La petrología sedimentaria: desde Sorby a la globalización de la geología sedimentaria. *Boletín Geológico y Minero*, 124 (1), 97-109. Recuperado de http://www.igme.es/Boletin/2013/124_1/6_ARTICULO%205.pdf
- Álvarez, M. (2004). La interdisciplinariedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. En M. Álvarez, *Interdisciplinariedad: Una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Aranda, S.V., Barrios, W.V., Carvajal, Y., Oliveros, M., Puentes, L.S., Rivera, D.M. y Amórtegui, E.F. (2017). "Inmsectos" una salida de campo para la enseñanza aprendizaje del mundo de los insectos con estudiantes de sexto grado de una institución educativa oficial de la ciudad de Neiva. *Bio-grafía. Escritos sobre Biología y su enseñanza*, 341-350. doi: 10.17227/bio-grafia.extra2017-7123
- Arias, F.G. (2006). *El proyecto de investigación*. Caracas: Episteme
- Asensi-Artiga, V. y Parra-Pujante, A. (2002). El método científico y la nueva filosofía de la ciencia. *Anales de documentación*, (5), 9-19. Recuperado de <http://revistas.um.es/analesdoc/article/viewFile/2251/2241>
- Banet, E. (2007). Finalidades de la educación científica en secundaria: opinión del profesorado sobre la situación actual. *Enseñanza de las ciencias*, 25 (1), 5-20. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v25n1/02124521v25n1p5.pdf>
- Batanero, M.C. y Díaz, M.C. (2004). El papel de los proyectos en la enseñanza y aprendizaje de la estadística. En J. P. Royo (Ed.), *Aspectos didácticos de matemáticas* (pp. 125-163). Zaragoza: ICE
- Bordas, M.I. y Cabrera, F.A. (2001). Estrategias de evaluación de los aprendizajes centrados en el proceso. *Revista española de pedagogía*, 59 (218), 25-48. Recuperado de <https://revistadepedagogia.org/wp-content/uploads/2007/06/218-02.pdf>
- Brusi, D., Bach, J., Estrada, M.R., Oms, O., Vicens, E., Obrador, A., Maestro, E. y Biosca, J. (2011). El GEOCAMP: un sitio web y una herramienta de edición para las actividades de campo en Geología. *Enseñanza de las ciencias de la tierra*, 19(1), 57-66. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/ect/article/viewFile/244379/331351>
- Cañal, P. (2007). La investigación escolar, hoy. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (52), 9-19. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Pedro_Canal_De_Leon/publication/39220389_La_investigacion_escolar_hoy/links/0deec5399b6b954ad0000000/La-investigacion-escolar-hoy.pdf
- Carvajal, Y. (2010). Interdisciplinariedad: desafío para la educación superior y la investigación. *Luna azul*, (31), 156-169. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n31/n31a11.pdf>
- Casado, A. (2010). *Aprender a ser maestro*. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- Castañer, M. y Trigo, E. (1995). *La interdisciplinariedad en la educación secundaria obligatoria*. Zaragoza: Inde.
- Corrales, I., Rosell, J., Sánchez de la Torre, L.M., Vera, J.A. y Vilas, L. (1977). *Estratigrafía*. Madrid: Rueda
- De Pablos, J. y González, T. (2007). *Políticas educativas e innovación educativa apoyada en TIC: sus desarrollos en el ámbito autonómico*. Trabajo presentado en la II Jornada internacional sobre políticas educativas para la sociedad del conocimiento, Granada. Resumen recuperado de http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/04092013/f1/es-an_2013090414_9094732/NDOIAND-20080526-0003/comun/1101.pdf
- Decreto 43/2015, de 10 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en el Principado de Asturias (BOPA, de 30 de junio)
- Del Toro, R. y Morcillo, J.G. (2011). Las actividades de campo en educación secundaria. Un estudio comparativo entre Dinamarca y España. *Enseñanza de las ciencias de la tierra*, 19 (1), 39-47. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ect/article/viewFile/244377/331349>
- Díaz-Aguado, M.J. y Andrés, M.T. (Coords.) (1994). *Educación intercultural y aprendizaje cooperativo en contextos heterogéneos*. Recuperado de <http://ww.educatolerancia.com/pdf/Educacion%20Intercultural%20y%20Aprendizaje%20Cooperativo%20en%20Contextos%20Heterogeneos.pdf>
- Echeita, G. y Jury, C. (2007). Evaluación sistemática de un proyecto de innovación para atender a la diversidad del alumnado de educación secundaria obligatoria "aula cooperativa multinivel". *Revista electrónica iberoamericana sobre calidad, eficacia y cambio en educación*, 5 (3), 1-10. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/551/55130512/>
- Fernández-Salineró, C. (2006). Las competencias en el marco de la convergencia europea: Un nuevo concepto para el diseño de programas educativos. *Encounters on education*, 7, 131-153. Recuperado de

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4683191>

- Ferrero, L. (2012). Presentaciones orales en las clases. *Publicaciones didácticas*, 31, 19-21. Recuperado de <http://publicacionesdidacticas.com/hemeroteca/articulo/031004/articulo-pdf>
- Fondevilla, V. (2018). *Geología en el bachillerato: una propuesta de aprendizaje basado en problemas aplicada a la salida de campo*. (Trabajo Fin de Máster). Recuperado de <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/6392/FONDEVILLA%20MOREU%2c%20VICTOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fuertes, I., De la Calzada, E., Llamas, T., Tejerina, A., Crespo, M.A., Pereiras, L., Crespo, T., Domínguez, L. y Cabezas, L. (2016). Lugares de interés geoeducativo en el medio urbano. Potencialidad de las ciudades para la enseñanza de Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 24 (2), 195-201. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/308698370_Lugares_de_interes_geoeducativo_en_el_medio_urbano_Potencialidad_de_las_ciudades_para_la_ensenanza_de_Geologia
- Furió, C., Vilches, A., Guisasaola, J. y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propeudética?. *Enseñanza de las ciencias*, 19 (3), 365-376. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/21756/21591>
- GEOCAMP (s.f.). Recuperado de http://webs2002.uab.es/_c_gr_geocamp/geocamp/esp/index.htm
- Gómez, M. (02 octubre, 2017). Excluir a las personas con discapacidad del conocimiento científico puede convertirlas en personas dependientes. *Eldiario.es*. Recuperado de https://www.eldiario.es/sociedad/divulgacion_cientifica-inclusion-ciencia_0_689431923.html
- Lago, J.R., Pujolàs, P. y Naranjo, M. (2011). Aprender cooperando para enseñar a cooperar: procesos de formación/asesoramiento para el desarrollo del programa CA/AC. *Revista Aula*, 17, 89-106. Recuperado de <http://revistas.usal.es/index.php/0214-3402/article/viewFile/8397/9107>
- León, B., Felipe, E., Iglesias, D. y Latas, C. (2011). El aprendizaje cooperativo en la formación inicial del profesorado de educación secundaria. *Revista de educación*, 354, 715-729. Recuperado de http://disde.minedu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/1041/2011_Le%C3%B3n_El%20aprendizaje%20cooperativo%20en%20la%20formaci%C3%B3n%20inicial%20del%20profesorado%20de%20Educaci%C3%B3n%20Secundaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (BOE, de 10 de diciembre)
- Linares, J.E. (s.f.). El aprendizaje cooperativo. Recuperado de <http://www.um.es/eespecial/inclusion/docs/AprenCoop.pdf>
- Llano, L., Gutiérrez, M., Stable, A., Núñez, M.C., Masó, R.M. y Rojas, B. (2016). La interdisciplinariedad: una necesidad contemporánea para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje. *Medisur*, 14 (3), 320-327. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/medisur/msu-2016/msu163o.pdf>
- López-Pastor, V.M. y Pérez-Pueyo, A. (Coords.). (2017). *Evaluación formativa y compartida en educación: experiencias de éxito en todas las etapas educativas*. León: Universidad de León
- Matos, Y., y Pasek, E. (2008). La observación, discusión y demostración: técnicas de investigación en el aula. *Laurus*, 14 (27), 33-52. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/761/76111892003.pdf>
- Monereo, C. (2006). La enseñanza estratégica: enseñar para la autonomía. En C. Monereo (Coord.) (2006), *Ser estratégico y autónomo aprendiendo* (pp. 11-26). Barcelona: Graó
- Niedo, J. y Macedo, B. (1997). Importancia de la enseñanza de las ciencias en la sociedad actual. En J. Niedo y B. Macedo (1997), *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. Recuperado de <http://campus-oei.org/oeivirt/curricie/curri01.htm>
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato (BOE, de 29 de enero)
- Ortiz, E.A. (2012). La interdisciplinariedad en las investigaciones educativas. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 3 (1), 1-12. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4228305>
- Paixão, M.F. (2005). Devolver a la naturaleza el agua que utilizamos en la ciudad. Una propuesta de enseñanza contextualizada en el entorno del alumnado. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (46), 60-67. Recuperado de <https://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/1292/1/Alambique%2046-devolver.pdf>
- Pedrinaci, E., Sequeiros, L. y García de la Torre, E. (1994). El trabajo de campo y el aprendizaje de la Geología. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (2), 37-45. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/39151656_El_trabajo_de_campo_y_el_aprendizaje_de_la_geologia

- Pettijhon, F.J. (1970). *Rocas sedimentarias*. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires (EUBA)
- Pozo, J.I. (1996). La psicología cognitiva y la educación científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1 (2), 110-131. Recuperado de https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/666208/psicologia_pozo_iec_1996.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pujolàs, P. (2012). Aulas inclusivas y aprendizaje cooperativo. *Educatio siglo XXI*, 30 (1), 89-112. Recuperado de http://repositori.uvic.cat/bitstream/handle/10854/1998/artconlli_a2012_pujolas_pere_aulas_inclusivas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (BOE, de 3 de enero)
- Reyzábal, M.V. (2012). Las competencias comunicativas y lingüísticas, clave para la calidad educativa. *Revista Iberoamericana sobre calidad, eficacia y cambio en educación*, 10 (4), 63-77. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/551/55124841006/>
- Rivera, S. y Amórtegui, E.F. (2015). Aproximaciones a las concepciones en torno a los murciélagos en estudiantes del grado octavo de la institución educativa técnico superior de Neiva. *Bio-grafía. Escritos sobre Biología y su enseñanza*, 1564-1574. doi: 10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia1564.1574
- Rodríguez, J. (2010). De las programaciones didácticas a la unidad didáctica: incorporación de competencias básicas y la concreción de tareas. *Revista docencia e investigación*, (20), 245-270. Recuperado de <https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/8299/De%20las%20programaciones%20did%3a1cticas%20a%20la%20unidad%20did%3a1ctica%2c%20incorporaci%3b3n%20de%20competencias%20b%3a1sicas%20y%20la%20concreci%3b3n%20de%20tareas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sosa, L.M. (2009). Reflexiones sobre la discapacidad. Dialógica de la inclusión y exclusión en las prácticas. *Ágora para la educación física y el deporte*, (9), 57-82. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2900332>
- Tamayo, M. (2004). La interdisciplinariedad. En M. Tamayo (2004), *El proceso de la investigación científica* (pp. 64-96). México: Limusa.
- Universidad de Deusto (2014). VI Jornada Universitaria de Innovación y Calidad: Buenas prácticas académicas para la innovación del proceso de aprendizaje en el espacio europeo de educación superior (EEES). Recuperado de <http://www.deusto.es/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Expires&blobheadername2=content-type&blobheadername3=MDT-Type&blobheadername4=Content-Disposition&blobheadervalue1=Thu%2C+10+Dec+2020+16%3A00%3A00+GMT&blobheadervalue2=application%2Fpdf&blobheadervalue3=abinary%3Bcharset%3DUTF-8&blobheadervalue4=inline%3Bfilename%3D%22VI+Jornada+Universitaria+de+Innovaci%C3%B3n+y+Calidad.+2014.pdf%22&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1344401012957&ssbinary=true>
- Velásquez, J.A. (2005). El medio ambiente, un recurso didáctico para el aprendizaje. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1 (1), 116-124. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1341/134116845007.pdf>
- Vera, M.M (2009). ¿Podemos hacer algo para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de nuestros alumnos?. *Innovación y experiencias educativas*, (14). Recuperado de https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_14/MARIA%20DEL%20MAR_VERA_2.pdf
- Zingg, T. (1935). Beitrage zur Schotteranalyse [Contribuciones al análisis de grava]. *Petrog. Mitt. Schweiz*, 15, 39-140