

Salidas de campo y desarrollo competencial

Field trips and competence development

GRACIA FERNÁNDEZ-FERRER Y FRANCISCO GONZÁLEZ-GARCÍA

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación, Campus Cartuja, s/n, Granada (18071). 1 gferfer@ugr.es; 2 pagoga@ugr.es

Resumen En este trabajo hacemos una revisión de la importancia de las salidas de campo con contenido geocientífico, reflexionando sobre las diferentes aportaciones arrojadas desde la investigación educativa y la práctica docente. Intentamos resolver los siguientes interrogantes: ¿Son recomendables las salidas de campo? ¿Son necesarias para el desarrollo competencial? ¿Cómo pueden integrarse dentro de planteamientos interdisciplinarios? ¿Qué papel pueden jugar los recursos aportados por las nuevas tecnologías de la información y comunicación? Cuestiones, entre otras, que Emilio Pedrinaci se pudo plantear en su dedicación profesional a la formación de ciudadanos geológicamente alfabetizados. Concluimos que las salidas de campo más que recomendables, son necesarias en el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro del nuevo paradigma competencial y apostamos por la posibilidad de utilizarlas como elemento aglutinador de contenidos de diferentes disciplinas. Por último, destacamos los beneficios de utilizar los recursos tecnológicos para mejorar las prácticas y favorecer el interés del alumnado.

Palabras clave: Desarrollo competencial, enseñanza de la geología, interdisciplinariedad, salidas de campo.

Abstract *In this work we review the importance of field trips with geoscientific content, reflecting on the various contributions from educational research and teaching practice. We try to answer the following questions: Are field trips advisable? Are they necessary for competence development? How can they be integrated into interdisciplinary approaches? What role can the resources provided by the new information and communication technologies play? These questions, among others, were raised by Emilio Pedrinaci, who devoted his work to training geologically literate citizens. We conclude that field trips are not just recommended but necessary in the teaching-learning process within the new competency paradigm, we are betting on the possibility of using them as an agglutinating element of contents of different disciplines. Finally, we highlight the benefits of using technological resources to improve practices and favor the interest of students.*

Keywords: *Development of competence, field trips, interdisciplinarity, teaching of geology.*

INTRODUCCIÓN

La relación entre la institución educativa y el entorno ha sido un tópico siempre presente a lo largo de la historia de la educación. Ya a principios del siglo XX los movimientos renovadores manifestaron la necesidad de romper muros en el aula para contextualizar la enseñanza y llevarla al medio natural. En el ámbito de las ciencias geológicas, dominadas por un alto componente abstracto, se puede imaginar la gran dificultad de entenderlas sin salir del aula y sin contactar con la realidad natural.

Si bien estas tendencias renovadoras de salir del aula a la naturaleza no han tenido en la práctica

el calado deseado, en la teoría el debate está superado desde hace tiempo, entendiéndose su beneficio para la enseñanza y aprendizaje. Son muchos los estudios con objeto de este cometido, y que con mayor o menor rigor las catalogan de importantes para la adquisición de conocimientos y habilidades de los estudiantes (Adams *et al.*, 2012).

Las salidas de campo en la enseñanza generan en los estudiantes resultados positivos que pueden clasificarse en dos grandes ámbitos, el afectivo y el cognitivo (Fig. 1). En el ámbito afectivo, estudios previos muestran que aumentan la motivación e interés hacia la ciencia (Krombass y Harms, 2008; Greene *et al.*, 2014), mientras que en el ámbito



Fig. 1. Salida de campo para visitar la reserva natural Laguna de Padul (Granada) con alumnado de secundaria del centro educativo Alonso Cano de la localidad de Dúrcal (Granada). En la imagen se puede observar la reconstrucción de un mamut.

cognitivo favorecen el conocimiento y habilidades, como recordar hechos particulares y describir procesos (Tenenbaum *et al.*, 2015). Incluso un estudio de Whitesell (2016) muestra un impacto positivo de este tipo de actividad en los resultados de pruebas estandarizadas. En adición a lo anterior, y en el ámbito de las ciencias geológicas, se ha concluido que benefician la comprensión profunda de los conceptos (Orion, 1993).

Otro aspecto de interés es el valor compensatorio de las salidas al entorno para beneficiar a los estudiantes socialmente desfavorecidos, con escasez de experiencias fuera del ámbito escolar (Price y Hein, 1991). En la enseñanza de la geología pretendemos que nuestros estudiantes hagan preguntas sobre el mundo en el que viven (Pedrinaci, 2013). No obstante, con frecuencia cada vez mayor, dicho mundo es artificial y alejado del mundo natural. Sabemos que los estudiantes tienden a aprender mejor cuando tienen una fuerte motivación hacia el tema, pero quizá corramos el riesgo, actual y futuro, de que dichos estudiantes no estén desarrollando interés por la naturaleza porque carezcan de contacto con la misma (Vaske y Kobrin, 2001).

Para Pedrinaci (2012) existen aprendizajes esenciales que sólo pueden adquirirse con el trabajo de campo, concurriendo al menos tres variables que avalan esta consideración. Dichas variables son las siguientes: a) el grado dentro de una escala desde lo abstracto (concepto) y lo concreto (realidad), en que se posee un conocimiento; b) la necesidad de establecer relaciones claras entre los conocimientos que se poseen; y c) la inseguridad ante la resolución de un problema, por considerar que únicamente tiene una solución o por la escasa experiencia entre situaciones similares.

Por un lado, las salidas al campo son muy valoradas por el profesorado de enseñanza secundaria y bachillerato (Morcillo *et al.*, 1998; Pedrinaci, 2012; Echevarría *et al.*, 2014), mientras que en la realidad se llevan a cabo de modo poco frecuente (Del Toro y Morcillo, 2011). Quizá la causa de mayor impacto de esta contradicción, según Pedrinaci *et al.* (1994), sea la confluencia de dificultades de tipo estructural (falta de flexibilidad en el funcionamiento de los

centros, elevado número de alumnos, etc.), dificultades de tipo organizativo (problemas de preparación de la infraestructura, materiales y documentación, etc.) y dificultades de tipo legal (falta de apoyo de la administración, responsabilidad civil que se contrae, etc.).

Por otro lado, si deseamos implementar salidas de campo con contenido geológico en la enseñanza, sería deseable que el profesorado tuviese un aceptable conocimiento en conceptos y procedimientos geocientíficos. Según García de la Torre (1991) el profesorado en niveles como primaria y secundaria, en su mayoría graduados en magisterio o ciencias biológicas, puede no estar lo suficientemente preparado para realizar este tipo de actividades de campo. Esta carencia se podría resolver con la inclusión de prácticas de campo en los programas de formación (Dickerson *et al.*, 2007), además de con el diseño de materiales didácticos por parte de expertos (Echevarría *et al.*, 2014) o la elaboración de itinerarios geológicos adecuados al nivel y al servicio del profesorado, como la iniciativa de GEOCAMP (Brusi *et al.*, 2011).

Recabada la importancia de las salidas de campo, nos planteamos en los siguientes apartados, cómo encajarlas en el currículum configurado en el nuevo paradigma competencial, qué metodología podría ser la deseable y, por último, cómo se están integrando las aportaciones de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en este tipo de actividades.

SALIDAS DE CAMPO PARA EL DESARROLLO COMPETENCIAL

El desarrollo competencial y, en concreto, el impulso de la competencia científica implica para PISA el desarrollo de una serie de capacidades de las que destacamos, entre otras, el reconocimiento de problemas, la aplicación de conocimientos, la extracción y comunicación de conclusiones y la aplicación a otras situaciones (OCDE, 2006). El dominio de estas capacidades debe favorecerse desde el proceso de aprendizaje, que puede estructurarse en ciclos con etapas diferentes (Fernández-Ferrer y González-García, 2008; Fernández-Ferrer, 2009). De igual modo a como sería un ciclo de investigación-acción (Mckerman, 1999), el proceso tiene diferentes fases que parten de la identificación de un problema, siguiendo con la toma de decisiones para resolverlo, puesta en práctica del plan de acción, extracción de resultados, reflexión y conclusiones, que nos llevan al planteamiento de otros problemas. Entendido así el aprendizaje, el alumnado se convertiría en un investigador novel guiado por el profesor (Gil-Pérez, 1993), que a través de las diferentes etapas del ciclo de aprendizaje iría desarrollando las capacidades de la competencia científica.

Por su parte, Pedrinaci (2012) considera que las salidas de campo son imprescindibles para el desarrollo de la competencia científica en el ámbito de las ciencias geológicas al proporcionar aprendizajes no franqueables con otro tipo de actividades tradicionales, como uso de libros de texto, experiencias de laboratorio o visionado de documentales, entre

otras. Es en este marco donde debemos plantearnos dónde situar las salidas al campo dentro de un ciclo de aprendizaje. En nuestra consideración, más allá de ser una actividad aislada, debe estar inmersa en un ciclo de aprendizaje, donde la salida al campo esté totalmente integrada, siendo fundamental e insustituible por otro tipo de actividad para llevar a cabo los objetivos planteados. En este sentido, nos desmarcamos y vamos más allá de la necesidad de hacer actividades previas, durante y después de la salida (Orion, 1993; Moreira *et al.*, 2002), al considerar que en sí tiene mucho más valor dentro del proceso de enseñanza. No se trata de planificar actividades concretas porque se ha programado una salida de campo, sino de incluir dicha actividad dentro del proceso de educativo, lo que implica situarla en una fase determinada del ciclo de aprendizaje en función de los objetivos que se deseen alcanzar con la misma.

Así, la metodología a seguir en las salidas de campo va estar determinada por el papel que tenga el alumnado y el profesorado en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Según este papel, Pedrinaci *et al.* (1994) clasifican las salidas de campo en cuatro tipos: la del profesor cicerone, la de descubrimiento autónomo, la basada en una guía de observación cerrada y la de tratamiento de problemas. En la primera el profesor explica sobre el terreno los contenidos que el alumnado de modo pasivo escucha o toma notas, en la segunda se deja al alumno a su libre albedrío y en la tercera el alumno sigue una guía de observación previamente preparada por el profesor. Ninguno de los tres primeros planteamientos parece ser de interés para las nuevas tendencias en Didáctica de las Ciencias, al encuadrarse entre paradigmas tradicional, altamente criticado, o bien en el paradigma por descubrimiento, que no ha gozado de desarrollo por lo menos en nuestras latitudes.

Debido a lo anterior que el tipo de salida basada en la resolución de problemas es la que mejor conecta con las ideas que hoy se tienen acerca de cómo se aprende y que procura un mejor desarrollo de la competencia científica (Pedrinaci, 2012). En la misma, serán los estudiantes los que establezcan su propio plan de trabajo para buscar respuesta a interrogantes que pueden ser planteados con la ayuda del docente. A modo de ejemplo, Del Carmen y Pedrinaci (1997) proponen diferentes cuestiones que pueden plantearse a los estudiantes de Educación Secundaria en la visita a un torrente o río, tales como: ¿De dónde viene el agua de este torrente? ¿Qué hace que se mueva? ¿Les hace algo el torrente a los materiales por los que pasa? ¿Cómo han llegado hasta aquí los cantos y arenas que vemos en la orilla?, entre otras.

Del mismo modo, destacamos el interés que puede aportar la historia de las ciencias en el planteamiento de interrogantes previos en las salidas al campo. Un ejemplo de ello lo encontramos en el problema histórico de la recarga subterránea que alimenta el caudal de los ríos (Fernández-Ferrer y González-García, 2010), que fue resuelto por Pierre Perrault en 1647, calculando el caudal del río Sena y comparándolo con las precipitaciones de su cuenca (Custodio y Llamas, 2001). De este modo, se pudo confirmar que las precipitaciones eran suficientes

para cargar el agua subterránea, que la superficie terrestre debía ser impermeable de algún modo y que el caudal base de un río procede del medio subterráneo. Partiendo de este dilema y enmarcado en el entorno del río Verde (Otívar, Granada), lugar donde se asienta el centro educativo Valle Verde, se planteó a un grupo de primero de Educación Secundaria el interrogante: ¿Es suficiente el agua de las precipitaciones de un año para alimentar el caudal del río Verde en ese año? Tras un periodo de discusión se concluyó que la mayoría del alumnado pensaba que sí eran suficientes las precipitaciones, sin mencionar la importancia del medio subterráneo, de igual modo a como sucedió a lo largo de la historia de la Hidrogeología (Fernández-Ferrer y González-García, 2013). En la experiencia que describe este trabajo se plantea como necesaria e imprescindible la salida al campo para hacer las mediciones correspondientes y calcular el caudal del río Verde (Fig. 2).

En relación a la capacidad relativa al reconocimiento de problemas, según Pedrinaci (2013) en la enseñanza de la geología pretendemos que nuestros estudiantes hagan preguntas sobre el mundo en el que viven. No se puede olvidar que todos los saberes fueron generados para ser utilizados en el tratamiento y la resolución de un problema previamente planteado, por lo que desvincular el saber del problema que lo generó puede parecer artificioso y carente de significatividad. No obstante, tampoco podemos pretender que el alumnado, por el hecho de tener vivencias en el campo, deba plantearse los mismos problemas que a los científicos en su momento se les ocurrieron, más bien al alumnado hay que ayudarlo a que pueda identificar problemas.

El planteamiento mencionado aterriza directamente en el modelo socio-histórico del aprendizaje de Vigostky (1984), que demarca dos niveles de desarrollo en el alumnado. Por un lado, el nivel de desarrollo efectivo o real, determinado por el conjunto de actividades que el alumnado puede hacer por sí solo, y el nivel de desarrollo potencial, que delimita lo que puede hacer con ayuda de otras personas. Desde esta perspectiva, el docente debe favorecer el desarrollo potencial proporcionando

Fig. 2. Fotografía de alumnado de secundaria del centro educativo Valle Verde (Otívar) haciendo mediciones en el río Verde (Otívar-Granada).



las habilidades necesarias para que el alumnado sea capaz de reconocer problemas y, en su caso, también los instrumentos para poder resolverlos. Todo ello nos lleva a considerar que las técnicas de campo deben ser también aprendidas, así como la sensibilidad y educación de la mirada, y deben hacerse directamente en el escenario adecuado, esto es, el campo. Las palabras de H. H. Read y recogidas por Willingham (2011) “El mejor geólogo es aquel que ha visto más piedras”, revelan quizá la idea de que las estrategias de reflexión de los científicos dependen, entre otras, del bagaje cultural que puedan poner en juego.

La capacidad de aplicar lo aprendido, dotando de funcionalidad al aprendizaje y confiriéndole interés para la práctica y utilidad, es recogida en palabras de Pedrinaci (2013) del siguiente modo: “no importa tanto qué conocimientos se supone que hemos aprendido, y por tanto podemos reproducir, como qué sabemos hacer con ellos”. A su vez, el autor añade que “para ser coherentes con el conocimiento científico, nuestra finalidad docente debe ser la aplicabilidad del aprendizaje del alumnado”. En el campo de la Didáctica de las ciencias geológicas, parece lógico imaginar que la aplicabilidad de los aprendizajes y su posible práctica de funcionalidad deben hacerse directamente en el campo.

Con lo expuesto, destacamos que las salidas de campo tienen una clara influencia en el desarrollo competencial del alumnado. No obstante, no podemos dejar de mencionar otra característica del desarrollo de las competencias en el alumnado, y es su carácter interdisciplinar, así como la necesidad de hacer efectivo dicho aspecto con propuestas metodológicas eficaces, y cómo, en último término, podríamos encajar las salidas al campo en las mismas.

LAS COMPETENCIAS SE DESARROLLAN DESDE TODAS LAS DISCIPLINAS

La artificial parcelación del saber parece algo a extinguir, al menos en los niveles obligatorios de la enseñanza. Así lo muestra el nuevo paradigma competencial que vincula el desarrollo de las competencias con la interdisciplinariedad, naciendo un campo de estudio que cruza los límites tradicionales de las disciplinas académicas. De este modo, las competencias no se desarrollan desde una porción concreta del conocimiento, sino desde todas y cada una de ellas, siendo un nuevo reto en la investigación y práctica educativa en los niveles más altos de la enseñanza obligatoria.

Existen una serie de temas clásicos de estudio que podrían tratarse como centros de interés y aglutinadores de contenidos de diferentes disciplinas en la enseñanza obligatoria. Tales son el estudio del suelo, el agua, estudios de ecosistemas, una cantera, entre otros, todos ellos idóneos para hacer converger distintas disciplinas en su estudio (Cuello, 1988). Por su parte, desde este punto de vista interdisciplinar también es necesario el estudio de la geología de campo. En este sentido la Educación Ambiental considera al paisaje como elemento integrador del medio y el paisaje natural abiótico es geológico (Pascual, 1988).

Una propuesta metodológica, entre otras, que puede salvar este reto interdisciplinar es el Método de Proyectos, que centra su atención en un modelo de investigación con objeto de solucionar un problema (Cuello, 1988), y que trataremos en las siguientes líneas por el interés que actualmente está desatando en la enseñanza secundaria, por lo menos desde las exigencias normativas o desde la investigación educativa.

La metodología mencionada, lejos de ser novedosa, sí puede presumir de escasa práctica en algunos niveles educativos. Su origen se remonta a principios del siglo XX, cuando William H. Kilpatrick, elaboró el concepto e hizo famosa la enseñanza basada en proyectos. Desde entonces hasta hoy, no han sido pocas las tentativas de implantar esta metodología en la enseñanza de diferentes niveles. Aunque han ido cambiando las demarcaciones teóricas, tanto psicológicas y como pedagógicas, parece ser un concepto que no declina y de reciente actualidad. Así lo muestran, por ejemplo, los ensayos para desarrollar las competencias claves en la actualidad bajo el paraguas de la Teoría de las Inteligencias Múltiples a través del trabajo por proyectos (Escamilla, 2015).

En la actualidad, competencias clave, inteligencias múltiples y trabajo por proyectos interdisciplinares, parecen encajar en el puzzle que todos los docentes e investigadores en el campo de la educación deseáramos trabar. En este sentido, los vínculos entre inteligencia y competencia ya han sido destacados por diferentes autores (Marchesí, 2007; Zabala y Arnau, 2007; Marín *et al.*, 2011; Escamilla, 2014; 2015), y en sentido contrario, otros consideran que tal demarcación está aún por decretar (Rangel, 2010), debiéndose concretar y circunscribir los conceptos.

Para Escamilla (2015) las inteligencias múltiples son diferentes a las competencias clave entendiéndose que las primeras son potencialmente neutras, por lo que serán diferentes a las segundas, que sí se sitúan en un marco de renovación curricular según un referente de los sistemas educativos determinados. Para Gardner y Walters (1995) el desarrollo de las inteligencias múltiples son un medio, no un fin, para el desarrollo de las competencias clave.

Por su parte, la Teoría de la Memoria de trabajo y sus desarrolladores en el campo educativo, también hablan de competencias, aportando aspectos de gran interés como la necesidad de una base cultural para el desarrollo de las competencias (Baddeley, 2007), lo que hace rescatar la importancia del aprendizaje de conceptos. No obstante, y a pesar de todo lo expuesto, Coll (2000) señala que en la actualidad no se dispone de una teoría psicológica global que permita dar cuenta de los procesos de desarrollo de los seres humanos y del papel que desempeñan las prácticas educativas. Sin embargo, algunos autores entienden la Teoría de las Inteligencias Múltiples como tal teoría (Rangel, 2010).

Entendiendo la importancia de implementar proyectos interdisciplinares para el desarrollo competencial, nos planteamos ¿cómo encajar las salidas de campo en esta metodología? Para responder al planteamiento, apostamos por las salidas al campo como un posible núcleo aglutinador de contenidos interdisciplinares, como elemento de

interés para motivar al alumnado, para favorecer su inquietud por el aprendizaje y darle funcionalidad al mismo. Ejemplos de proyectos interdisciplinarios, donde las salidas al campo están centradas en aspectos de las ciencias geológicas, a la par que integran contenidos de otras materias, como matemáticas, lengua castellana, plástica o lengua extranjera, los encontramos en trabajos como el de Fernández-Ferrer y González-García (2016). En este ejemplo, se plantean actividades como medir el caudal de una acequia o manantial, lo que requiere de la puesta en práctica de contenidos de materias instrumentales como matemáticas, o bien la participación en un programa de radio donde se difunde la importancia de preservar el patrimonio geológico, lo que requiere de la práctica instrumental del lenguaje escrito y oral.

UTILIZACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL CAMPO

Las Nuevas Tecnologías informáticas (TIC) y el acceso a Internet permiten poner a disposición de los estudiantes unas herramientas de comunicación y acceso a la información potentísimas y en continua expansión (Brusi *et al.*, 2011). Siguiendo a Perales y Ojeda (2011), estos recursos se pueden clasificar según su orientación educativa en los que buscan favorecer la comunicación, como la red bio-geo (<http://redbiogeo.ning.com/>) o redes sociales como Facebook, Twitter o Edmodo. Los que favorecen la búsqueda de información activa y dirigida (La caza del tesoro o las WebQuests), ordenar la información como los grandes bancos de datos (<http://www.webmineral.com/>) o gestionar las clases como el proyecto Biosfera (<http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/>). Por otro lado, otros promueven formas de expresión como Blogs, Padlets, Videoblogs, Podcasts o Canal YouTube, o favorecen la simulación y modelización como laboratorios virtuales, programas de simulación y realidad virtual, Google maps, Google Earth o Wikiloc. Por último, mencionamos los que permiten el diseño de herramientas de autor como Exelearning.

En este nuevo escenario, las TIC nos brindan recursos que pueden ser utilizados en las salidas al campo. Ejemplo de ello los encontramos en recursos como GEOCAMP, portal informático diseñado precisamente para apoyar las salidas geológicas, proporcionando actividades antes, durante y tras las mismas (Brusi *et al.*, 2011). Otros ejemplos de utilización de estos recursos en las salidas de campo los podemos revisar en Morcillo *et al.* (2014) donde se aplica el uso de las wikis, o en Corbi *et al.* (2013) donde se recoge el uso de las herramientas como Google Earth y Google Maps en las tareas de preparación y diseño del itinerario geológico a seguir en el campo.

El uso de las nuevas tecnologías en la educación puede aportar ciertas ventajas que, en concreto, en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias geológicas pueden restar nivel de abstracción. Un ejemplo de ello es la aplicación de imágenes panorámicas del método IBR (Image Based Rendering) que reconstruye la escena geológica en tres dimensiones

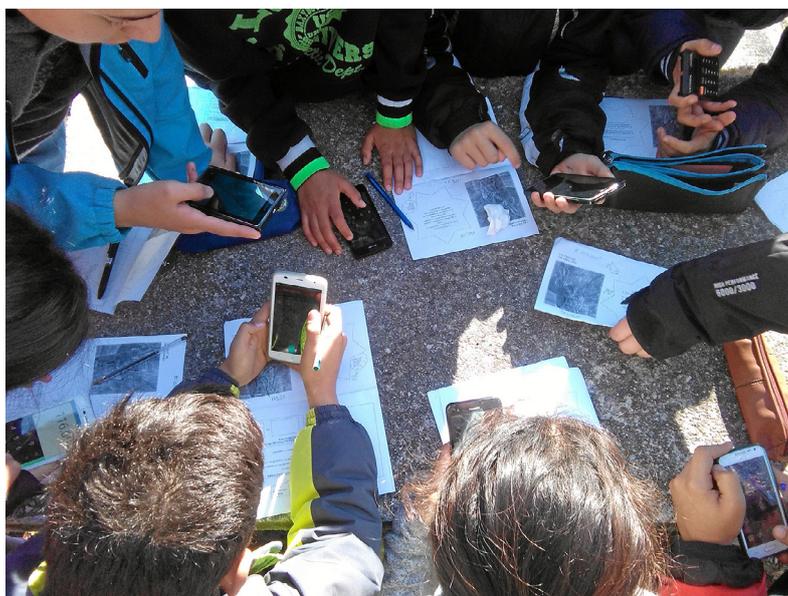


Fig. 3. Fotografía de alumnado del IES Alonso Cano (Dúrcal, Granada) utilizando app móviles para localizar las facetas triangulares de la Falla de Nigüelas durante una salida de campo en enero de 2017.

con fotos completamente reales, mostrando el medio geológico de un modo más real. Esta aplicación contribuye al desarrollo cognitivo en el espacio, utilizando la realidad virtual, además de permitir a los estudiantes prever la ruta del campo para hacer más fácil y eficaz la salida (Deng *et al.*, 2016).

Otro recurso de interés es el uso de las apps para móviles y su aplicación en las salidas de campo para la enseñanza de las ciencias geológicas (Fig. 3). Ejemplo de ello es la aplicación GeoTools de Android que puede llevar a cabo varias tareas esenciales en las salidas de campo, como medir las direcciones y buzamiento de pliegues, al convertirse en el teléfono en una brújula de bolsillo. Además, integra otras funciones como grabación de video y audio, escritura de notas con coordenadas GPS para rastrear la ubicación donde se tomó cada dato. Al final de cada conjunto de operaciones, GeoTools también genera automáticamente un archivo XML para resumir las características de los datos recopilados (Weng *et al.*, 2012).

CONSIDERACIONES FINALES

A lo largo de este trabajo revisamos la importancia de las salidas de campo para el aprendizaje de las geociencias. No cabe duda de que una mayoría de investigadores en Didáctica de la Geología, así como profesionales de la enseñanza en niveles de primaria y secundaria, la consideran de especial interés para el desarrollo de conocimientos geocientíficos. No obstante, este tipo de actividades se hacen de modo anecdótico en la práctica educativa, lo que debería ser revisado y modificado a la luz del interés que suscitan.

Para Emilio Pedrinaci y en el nuevo marco del paradigma competencial, las salidas al campo con contenido geológico tienen un alto interés al considerarlas imprescindibles para el desarrollo de la competencia científica. Pedrinaci, en sus múltiples trabajos (ver revisión de López-Gay, 2017), postula y propone a las salidas de campo como un núcleo vertebrador del currículo de Geología. Coincidiendo con

él, nosotros también apostamos por forjarlas como un núcleo vertebrador de contenidos de diferentes disciplinas, al considerar que las competencias se desarrollan de modo conjunto y a través de las diferentes disciplinas.

Destacamos la necesidad de desarrollar recursos didácticos en materia geológica adaptados a los niveles obligatorios, como primaria y secundaria para su utilización en las salidas de campo. En este sentido, destacamos el interés de las aplicaciones y recursos informáticos y confiamos que en un futuro próximo se siga avanzado en la Didáctica de la Geología para favorecer una adecuada alfabetización científica de la población.

Por último, consideramos una necesidad presente y futura de la investigación educativa y de la práctica docente avanzar en el estudio de las metodologías didácticas que puedan ser eficaces para llevar a cabo la interdisciplinariedad en niveles como educación secundaria y bachillerato. Quizá pueden ser una alternativa para salvar el nuevo reto de educar en competencias.

BIBLIOGRAFÍA

Adams, J., Gupta, P. y DeFelice, A. (2012). Schools and informal science settings: Collaborate, co-exist, or assimilate? *Cultural Studies of Science Education*, 7, 409-416.

Baddeley, A. (2007). *Working memory, thought and action*. Ed. Oxford University Press.

Brusi, D., Bach, J., Estrada, M. R., Llobet, J. O. O., Vicens, E., Tudurí, A. O., 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.

Coll, C. (2000). Constructivismo e intervención educativa: ¿cómo enseñar lo que se ha de construir? En: *Constructivismo en la práctica*. (Ed. C. Coll). Ed. Graó, 154p.

Corbí, H., Giannetti, A., Baeza-Carratalá, J.F. y Martínez-Martínez, J. (2013). Elaboración de itinerarios geológicos como recurso didáctico en Ciencias de la Tierra. *XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria [Recurso electrónico]: Retos de futuro en la enseñanza superior: docencia e investigación para alcanzar la excelencia académica* (Eds.: M. T. Tortosa, Álvarez, J.D., Pellín y Alicante, N.). Universidad de Alicante, 366-378 p. Disponible en: <https://web.ua.es/en/ice/jornadas-redes/documentos/2013-posters/333470.pdf>

Cuello, A. (1988). La geología como área interdisciplinar. *Henares: revista de geología*, 2, 367-387. Disponible en: <http://dspace.uah.es/dspace/handle/10017/10772>.

Custodio, E. y Llamas, M.R. (2001). *Hidrología subterránea*. Tomo I. Omega, Barcelona, 1224 p

Del Carmen, L. y Pedrinaci, E. (1997). El uso del entorno y el trabajo de campo. En: *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria* (Ed.: Del Carmen, L.). I.C.E. Universitat Barcelona y Ed. Horsori, 222 p.

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.

Deng, C., Zhou, Z., Li, W. y Hou, B. (2016). A Panoramic Geology Field Trip System Using Image-Based Rendering. In *Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*, 2, 264-268.

Dickerson, D., Dawkins, K. y Annetta, L. (2007). Scientific Fieldwork: An Opportunity for Pedagogical-Content Knowledge Development. *Journal of Geoscience Education*, 55-5, 371-376.

Echevarría, T. Z., Alonso, J. S., González, G. M., Alonso, M. D. F., y Ugarte, I. E. (2014). Acercar la geodiversidad a través de las salidas de campo en la ESO. Una investigación con el profesorado de ciencias de Bizkaia. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32.3, 443-467.

Escamilla, A. (2014). *Las inteligencias múltiples: Claves y propuestas para su desarrollo en el aula*. Ed: Graó, 252 p.

Escamilla, A. (2015). *Proyectos para desarrollar inteligencias múltiples y competencias clave*. Ed: Graó, 212 p.

Fernández-Ferrer, G. (2009). *El agua subterránea: estudio de esquemas de conocimiento en universitarios y estrategias didácticas para su aprendizaje significativo en estudiantes de secundaria*. Ed: Universidad de Granada.

Fernández-Ferrer, G. y González-García, F. (2008). El agua subterránea en la escuela: estudio del cambio conceptual en estudiantes de secundaria basado en la investigación-acción. *Actas del XV Simposio sobre la Enseñanza de la Geología. Guadalajara*. Ed. IGME.

Fernández Ferrer, G., y González García, F. (2010). El problema de la descarga del agua subterránea al medio superficial: estudio de esquemas de conocimiento en universitarios. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 24, 153-169.

Fernández-Ferrer, G y González-García, F. (2013). Propuesta didáctica basada en la investigación dirigida: la importancia del agua subterránea en el caudal de los ríos. Experiencias e ideas para el aula. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21.1, 84-90.

Fernández-Ferrer, G. y González-García, F. (2016). Las matemáticas del ciclo del agua: una excusa para enseñar geología. *Actas del XIX Simposio sobre la Enseñanza de la Geología. Manresa*.

García de la Torre, E. (1991). Recursos en la enseñanza de la Geología: la Geología del campo. *Revista Investigación en la Escuela*, 13, 85-93.

Gardner, H. y Walters, J. (1995). *Una versión madurada. Inteligencias Múltiples*. Ed: Paidós.

Gil-Pérez, D. (1993). Contribución de la historia y filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 11.2, 197-212.

Greene, J. P., Kisida, B., y Bowen, D. H. (2014). The educational value of field trips. *Education Next*, 14, 78-86.

Krombass, A. y Harms, U. (2008). Acquiring knowledge about biodiversity in a museum - Are worksheets effective? *Journal of Biological Education*, 42.4, 157-163

López-Gay, R. (2017). Una revisión bibliográfica de la obra de Emilio Pedrinaci. *Alambique. Revista de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 87, 36-47.

Marchesí, A. (2007). *Sobre el bienestar de los alumnos*. Ed: Alianza Editorial.

Marín, J., Barlam, R. y Oliveres, C. (2011). *Enseñar en la sociedad del conocimiento*. Reflexiones sobre el pupitre. Ed: Horsori. Barcelona.

Mckerman, J. (1999). *Investigación-acción y currículum: Métodos y recursos para profesores reflexivos*. Ed. Morata. Madrid.

Morcillo, J. G., Rodrigo, M., Centeno, J. D. D. y Compiani, M. (1998). Caracterización de las prácticas de campo: justificación y primeros resultados de una encuesta al

profesorado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6.3, 242-250.

Morcillo, J.G., López, M., Angosto, I. y Toro, R. (2014). Trabajo de campo con wiki y móviles: el caso de las nubes. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 22.3, 227.

Moreira, J., Praia, J. F. y Borges, F. S. (2002). La construcción de materiales didácticos en geología de campo: un estudio sobre alumnos de enseñanza secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 10(2), 185-192.

OCDE (2006). *Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. PISA. En: <https://www.oecd.org/pisa/39732471.pdf>

Orion, N. (1993). A practical model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum. *School Science and Mathematics*, 93.6, 325-331.

Pascual, J.A. (1988). El paisaje como concepto integrador en el estudio del medio ambiente. *Henares: revista de geología*, 2, 455-463.

Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 71, 81-89.

Pedrinaci, E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra y competencia científica. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21.2, 208-214.

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, 37-46.

Perales, F.J. y Ojeda, F. (2011). Buenas prácticas en el uso de las TIC en la enseñanza de la Biología y Geología. En: *Biología y Geología. Investigación, innovación y buenas prácticas*. (Ed. P. Cañal). Ed. Graó.

Price, S., y Hein, G. E. (1991). More than a field trip: Science programmes for elementary school groups at museums. *International Journal of Science Education*, 13.5, 505-519.

Rangel, H. (2010). Inteligencia, competencias y constructivismo. Más allá de la teoría de Gardner. *Revista Mexicana de Investigación en Psicología*, 2.2, 141-146.

Tenenbaum, H. R., To, C., Wormald, D., y Pegram, E. (2015). Changes and stability in reasoning after a field trip to a natural history museum. *Science Education*, 99.6, 1073-1091.

Vaske, J. J. y Kobrin, K. C. (2001). Place attachment and environmentally responsible behavior. *The Journal of Environmental Education*, 32.4, 16-21.

Vigostky, L. S. (1984). Aprendizaje y desarrollo intelectual en la edad escolar. *Infancia y Aprendizaje*, 27.28, 105-116.

Weng, Y. H., Sun, F. S. y Grigsby, J. D. (2012). GeoTools: An android phone application in geology. *Computers & Geosciences*, 44, 24-30.

Whitesell, E.R. (2016). A Day at the Museum: The Impact of FieldTrips on Middle School Science Achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 53, 1036-1054.

Willingham, D. (2011). ¿Por qué a los niños no les gusta ir a la escuela? Ed. Graó. Barcelona

Zabala, A y Arnau, L. (2007). *11 ideas clave: Cómo aprender y enseñar competencias*. Ed. Graó. Barcelona. ■

Este artículo fue solicitado desde E.C.T. el día 26 de febrero de 2017 y aceptado definitivamente para su publicación el 13 de julio de 2017.