

Diseño universal y materiales multisensoriales en las actividades de divulgación de Geodivulgar con la asociación Ciencia sin Barreras

Universal design for learning and multisensory materials in the activities of Geodivulgar with the association Science without Barriers

O. Fesharaki¹, A. García-Frank¹, N. Iglesias Álvarez¹, M. Gomez-Heras², D. Martín-Perea³ y R. Rico¹

¹ Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, Calle José Antonio Novais 12, 28040 Madrid. omidfesh@ucm.es, agfrank@geo.ucm.es, nuriaiglesias@gmail.com, rrico@geo.ucm.es.

² Instituto de Geociencias (CSIC, UCM), calle José Antonio Novais 12, 28040 Madrid. miguel.gomez.heras@gmail.com.

³ Departamento de Geodinámica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, calle José Antonio Novais 12, 28040 Madrid. davidmam@ucm.es.

Resumen: Se muestran las actividades realizadas por el equipo multidisciplinar del Proyecto Geodivulgar: Geología y Sociedad con la asociación Ciencia sin Barreras entre el 2013 y la actualidad. Se describen las actividades en dos grandes líneas de trabajo, aquellas dirigidas a la divulgación y las que están pensadas para la autoformación, la difusión o la visibilización de nuestras actividades. Se destacan especialmente los aspectos relacionados con la preparación de materiales didácticos multisensoriales y con un diseño universal, ya que gran parte de la labor desarrollada por estos proyectos está destinada a público con diversidad funcional. La trayectoria del equipo permite ver que hay una demanda creciente en las actividades ofertadas y un reconocimiento de esta labor en forma de premios y menciones a nivel nacional e internacional.

Palabras clave: Diversidad funcional, divulgación, Geología, inclusión, materiales didácticos.

Abstract: *Activities carried out by the multidisciplinary team of “Geodivulgar: Geología y Sociedad” project with Science without Barriers Association since 2013 are shown. Activities are described as two main working lines: those aimed towards scientific outreach, and those planned for self-training and to disseminate our work, helping to make it more visible. Since most of the performed activities are targeted to people with functional diversity, aspects related to the tailoring of multi-sensory teaching materials with a universal design are highlighted. The team’s trajectory shows an increasing demand for the offered activities. Several international prizes have been awarded in recognition of our work.*

Key words: *Functional diversity, scientific dissemination, Geology, inclusion, didactic materials.*

INTRODUCCIÓN

Muchos autores han indicado que la geología es, entre las ciencias, la más desconocida para la sociedad, y han achacado esta circunstancia a múltiples factores (<http://www.madrimasd.org/informacionidi/analisis/analisis/analisis.asp?id=65443>). Entre ellos se cita su poca presencia en la Educación Obligatoria y la escasa labor de divulgación que se realiza en torno a esta ciencia. Sin embargo, actualmente la oferta de talleres educativo-divulgativos de contenido geológico se está ampliando, principalmente en relación con las temáticas que más interés despiertan en la sociedad (paleontología o riesgos geológicos). A pesar de esta mejoría, siguen siendo actividades muy puntuales (p. ej. Semanas de la Ciencia) que, en general, se ofertan en las ciudades más grandes y con mayor representación de instituciones científicas (Rodríguez Pérez *et al.*, 2014). En el caso de actividades divulgativas destinadas para el público con diversidad funcional aún son más escasas (Iglesias *et al.*, 2015b).

Sin embargo, la tendencia actual es hacia la inclusión: “La equidad, que garantice la igualdad de oportunidades, la inclusión educativa y la no discriminación [...] con especial atención a las desigualdades que deriven de la discapacidad” (LOE, 2006, Artículo1), y de forma más amplia en la Convención sobre los Derechos de las Personas con discapacidad (Naciones Unidas, 2006; <http://www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot-s.pdf>). Estas y otras leyes garantizan la compensación de las desigualdades en el acceso universal a la cultura científica.

Geodivulgar y la Asociación Ciencia sin Barreras llevan varios años realizando actividades de divulgación científica. En todos los casos, es recomendable seguir las premisas del diseño universal que impliquen realizar el mínimo de adaptaciones *a posteriori* para el público destinatario. En el caso de las personas con diversidad funcional es muy recomendable el uso de materiales multisensoriales que

permitan abordar cada nuevo conocimiento que se quiere transmitir desde diversos puntos de vista (Iglesias *et al.*, 2015b). En este trabajo presentamos la trayectoria de ambos proyectos, destacando el potencial didáctico que tienen estos materiales en la transmisión del conocimiento.

LOS PRIMEROS PASOS

Geodivulgar: Geología y Sociedad (Fig.1), surgió y se desarrolló a partir de una serie de proyectos de Innovación y Mejora de la Calidad Docente de la Universidad Complutense de Madrid, obtenidos en convocatorias competitivas. En este ámbito, desde 2013 está acercando, ampliando y reforzando conceptos relacionados con la geología que tienen los ciudadanos (<http://www.ucm.es/geodivulgar/>). Esta labor se ha realizado tanto en el contexto de la educación (formal y no formal), como mediante propuestas de ocio cultural de contenido científico para todos los públicos. La tabla I recoge un resumen de las actividades realizadas desde 2013 por el equipo de este proyecto. La importancia de contar con un equipo de trabajo interdisciplinar queda reflejado en el trabajo de Iglesias *et al.* (2015b). La asociación Ciencia sin Barreras, fundada en 2014 alrededor de la experiencia de Geodivulgar (<http://cienciasinbarreras.theiagd.org/>), y que actualmente tiene 50 socios (Fig.2), amplía la labor divulgativa a todas las ciencias, con especial atención a personas con diversidad funcional (Iglesias *et al.*, 2015b).



FIGURA 1. Logo de Geodivulgar: Geología y Sociedad.

ESTRATEGIAS DE TRABAJO

Las acciones realizadas se clasifican en dos grandes grupos: (1) Actividades de divulgación *sensu stricto*, para público interesado por conocer más sobre la geología y (2) Actividades de autoformación, difusión y visibilización para público especializado y los propios integrantes del equipo (ver Tabla I).

En todos los casos, el objetivo principal es divulgar la geología adaptando los contenidos a los diferentes niveles de conocimiento de los que parte cada colectivo. Principalmente en el caso de las personas con diversidad funcional, que, por lo general, son aquellas que más dificultades tienen en el acceso a actividades científicas, es importante que esta labor no sea puntual. Por ello se realizan múltiples talleres repetidos en el tiempo, a modo de refuerzo de

conceptos y aptitudes. Cuando se colabora estrechamente con un centro, planteamos las actividades como una secuencia, introduciendo los conceptos más básicos en las primeras acciones, y desarrollando en sesiones sucesivas conceptos más complejos, que fomentan el pensamiento lógico y deductivo a través de un contenido científico (De la Ossa *et al.*, 2012; Iglesias *et al.*, 2015b).

En esta labor son muy importantes los materiales didácticos multisensoriales, ya que son imprescindibles para algunas personas con diversidad funcional, y además facilitan las explicaciones para cualquier otro colectivo, como ha quedado patente en el trabajo de Iglesias *et al.* (2015a), que también muestra preconcepciones erróneas en personas en las que se presupone un mayor nivel de conocimientos previos y que, por lo tanto, reciben una menor atención por parte de los organizadores de las actividades.

Tipo de Actividad	Acción concreta
Divulgación <i>sensu stricto</i>	Clases teórico-prácticas
	Geo-rutas
	Talleres
	Salidas de Campo
	Convocatoria de concursos
Autoformación, difusión y visibilización	Participación en congresos y mesas redondas
	Organización de congresos y mesas redondas
	Curso-taller básico de lengua de signos
	Colaboración en actividades organizadas por otras entidades
	Edición de libros de divulgación

TABLA I. Actividades realizadas por Geodivulgar con Ciencia sin Barreras divididas en dos grandes grupos: aquellas actividades de divulgación para todo el público y aquellas que han servido como autoformación de los miembros del equipo y para difundir y dar visibilidad a la labor realizada.

TIPOS DE MATERIALES UTILIZADOS

Los materiales utilizados incluyen manufacturas preparadas por miembros del equipo con la ayuda de pedagogos y psicólogos, así como muestras de minerales y réplicas de fósiles adquiridas *ex profeso* (De la Ossa *et al.*, 2012; García-Frank *et al.*, 2014a, 2014b; Gómez-Heras *et al.*, 2014; Iglesias *et al.*, 2015b; Navalpotro *et al.*, 2015).

En el caso de personas con déficit visual, invidentes y con sordoceguera todos los conceptos que se quieren exponer deben contar con el apoyo de material táctil, con olor o con sabores, de forma que estos sentidos

puedan compensar la vista. Como ejemplo de algunas adaptaciones realizadas podemos citar el uso de mapas tridimensionales para la diferenciación de relieves o un globo terráqueo con iluminación interna, que permitió que su superficie estuviera caliente (<https://www.youtube.com/watch?v=jhsRD-pLXF8>), y muestras de rocas endógenas ligeramente calentadas como punto de partida para la explicación del calor interno de la Tierra, la tectónica de placas y el ciclo de las rocas (Gómez-Heras *et al.*, 2014). Se han preparado maletines de fácil transporte con colecciones de distintas rocas y minerales (García-Frank *et al.*, 2014a) que pueden reconocerse utilizando distintos sentidos, (por su textura, densidad, olor, sabor...) para explicar el ciclo de las rocas o nociones de mineralogía, e incluso el uso de modelos cristalográficos para la enseñanza de conceptos de geometría cristalina (López-Acevedo *et al.*, 2011). Otra de las ramas de la geología que es muy susceptible de proporcionar materiales táctiles es la paleontología. Así, se han utilizado fósiles de invertebrados en relación con sus “parientes actuales” (bivalvos o gasterópodos), de vertebrados para explicar las diferentes dietas (a partir de las morfologías de los molares), el tamaño corporal o la capacidad corredora (a partir de una colección de réplicas de patas de caballos con al menos tres estadios evolutivos), etc., y el uso de coprolitos y huellas pintadas con cierto resalte sobre grandes hojas de papel continuo que permiten la explicación de otros restos fósiles que no se producen por la muerte del ser vivo, sino que indican episodios de su actividad vital (Iglesias *et al.*, 2015b). El proceso de fosilización se ha explicado en varios talleres tanto simulando ambiente subacuático con urnas con sedimento cubierto por agua y fósiles (Gómez-Heras *et al.*, 2014), como en ambiente continental a través de actividades de excavación real en el yacimiento paleontológico de Somosaguas (Navalpotro *et al.*, 2015).

Una de las mayores dificultades de la geología para aquellos no iniciados en la materia reside en comprender el tiempo geológico. Normalmente este complejo concepto, incluso para estudiantes universitarios de geología, se suele divulgar mediante el uso de cintas métricas o relojes que representan la historia de la Tierra y permiten de una forma muy intuitiva explicar el poco tiempo que, por ejemplo, llevamos los seres humanos sobre la Tierra. En el caso de personas con sordoceguera, estas representaciones son más complicadas de usar, y por lo tanto, se ideó un recorrido por los pasillos del departamento de paleontología (UCM) que recreaba las diferentes etapas de la Tierra con algunos de sus grandes hitos marcados en el suelo con plástico de burbujas y por una cinta, de forma que fuese fácilmente detectable por los participantes (Gómez-Heras *et al.*, 2014).

Finalmente, se han realizado salidas al campo diseñadas especialmente para personas con discapacidad intelectual y personas con sordoceguera.

Para los primeros, se realizaron trabajos relacionados con el ciclo del agua y la geología de la Sierra de Madrid (García-Frank *et al.*, 2014b), con la geología y los usos de las rocas en el parque regional del Sureste (Rivas, Madrid), y con la paleontología y los métodos de excavación en el yacimiento de Somosaguas (Madrid). Con los segundos también se han realizado salidas al yacimiento de Somosaguas para entender aspectos de paleontología sobre el terreno, y al Geoparque de la Costa Vasca para explicar nociones de estratigrafía, huellas fósiles y procesos geológicos perceptibles en el Flysch de Zumaia (<https://www.youtube.com/watch?v=i2uWUBsY3Ow>).

Todas estas prácticas han sido reconocidas a nivel internacional con la obtención de tres primeros premios en diferentes categorías en el Concurso Internacional Ciencia en Acción 2014, y con la reciente inclusión de la Asociación Ciencia sin Barreras entre las 98 Prácticas Innovadoras en Educación Inclusiva como ejemplo a seguir a escala mundial (<http://zeroproject.org/practice/spain-ciencia-sin-barreras/>) por parte del Zero Project (ONU – Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad).



FIGURA 2. Logo de la asociación Ciencia sin Barreras.

A MODO DE CONCLUSIÓN

El diseño universal permite que la realización de actividades inclusivas de divulgación sea posible y no suponga un incremento en el coste en la adquisición y creación de materiales específicos para cada actividad. Todos los materiales generados pueden emplearse en sucesivos talleres, puesto que desde el principio se piensa en que puedan resultar didácticos para la mayor parte de las personas, y únicamente se realizan modificaciones en ocasiones puntuales, si son necesarias. De la misma forma, todas las personas pueden beneficiarse del uso de materiales multisensoriales que hacen más atractiva y eficaz la

labor divulgativa. Para todos, pero especialmente en el caso de las personas con diversidad funcional, estas actividades resultan beneficiosas en varios aspectos; en primer lugar son una oportunidad de romper con la rutina y socializar con otros participantes de las actividades y compartir experiencias con científicos expertos en distintas disciplinas, al igual que permiten el logro de comprender aspectos del funcionamiento de la Tierra o la vida en el Planeta, lo que reporta a los participantes una mejora de la percepción de su propia imagen repercutiendo en la mejora de su calidad de vida (García-Frank *et al.*, 2014b). Además garantizan el derecho del acceso universal al conocimiento científico reconocido en distintas leyes estatales e internacionales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los miembros de Geodivulgar y Ciencia sin Barreras su dedicación a la labor de divulgación de las ciencias. Estas actividades han sido financiadas por los PIMCD 07-2013, 31-2014 y 21-2015, así como proyectos de The Jeremy Willson Charitable Trust, la Geological Society of London y otros donantes individuales.

REFERENCIAS

- Boletín Oficial del Estado. BOE-A-2008-6963: Instrumento de ratificación de la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad, hecho en Nueva York el 13 de diciembre de 2006. Publicado en: «BOE» núm. 96, de 21 de abril de 2008: 20648-20659.
- De la Ossa, L., Tejedor-Navarro, N. y Fesharaki, O. (2012): Experiencias durante la construcción de un diorama del Mioceno de Somosaguas por parte de alumnos con necesidades educativas especiales. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20: 290-296.
- García-Frank, A., Gómez-Heras, M., Gonzalo Parra, L., Canales Fernández, M.L., Muñoz García, M.B., González-Acebrón, L., García Hernández, R., Hontecillas, D., Iglesias Álvarez, N., Salazar Ramírez, R.W., Fesharaki, O., Navalpotro, T., Reviejo, M., Rodrigo Sanz, A., del Moral, B., Sarmiento, G.N. y Ureta, S. (2014a): Ready-to-serve Geology! Portable kits for scientific divulgation to people with functional diversity. En: *ICERI 2014 Proceedings* (L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres, eds.). IATED Academy, Sevilla (España), 4666-4672.
- García-Frank, A., Pérez Barroso, R., Espín Forjan, B., Benito Manjón, P., De Pablo Gutiérrez, L., Gómez-Heras, M., N. Sarmiento, G., Canales Fernández, M.L., González Acebrón, L., Muñoz García, M.B., García Hernández, R., Hontecillas, D., Ureta Gil, M.S. y del Moral, B. (2014b): Divulgación de la Geología: nuevas estrategias educativas para alumnos con necesidades educativas especiales por discapacidad intelectual. *El CSIC en la escuela: investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula*, 10: 56-67.
- Gómez-Heras, M., Gonzalo, L., García-Frank, A., Sarmiento, G.N., González, L., Muñoz García, M.B., García, R., Hontecillas, D., Ureta, M.S. y Canales, M.L. (2014): Geología para sordociegos: una experiencia multisensorial para la divulgación de la ciencia. *El CSIC en la escuela: investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula*, 10: 45-55.
- Iglesias, N., Fesharaki, O. y García-Frank, A. (2015a): ¿Qué marca la diferencia?: valoración preliminar de varios talleres de paleontología. En: *Libro de Resúmenes de la I Jornada de Divulgación Científica Inclusiva* (A. García-Frank, ed.). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 19-21.
- Iglesias, N., Fesharaki, O., García-Frank, A., González Acebrón, L., Rico, R., Salazar Ramírez, R.W., Sacristán, S., Martín Perea, D., Hontecillas, D., García Hernández, R., Gómez-Heras, M., Sarmiento, G.N., Muñoz García, M.B., Ureta Gil, M.S., Canales Fernández, M.L. y del Moral, B. (2015b): Dejando huella: divulgación paleontológica para personas con diversidad funcional. En: *Current Trends in Paleontology and Evolution* (L. Domingo et al., eds.). XIII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología, Cercedilla, Madrid, 154-162.
- López-Acevedo Cornejo, M.V., Chicote González, J.C., Goñi López, J. y López-Herce Cid, A. (2011): Forma y simetría en la naturaleza. Enseñanza adaptada a personas ciegas a través de métodos cristalográficos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19: 186-191.
- Navalpotro, T., Berrocal, M., De la Fuente Olmos, D., Gonzalo Parra, L. y Fesharaki, O. (2015): “Sí se puede” hacer una actividad de paleontología con personas con sordoceguera. En: *Libro de Resúmenes de la I Jornada de Divulgación Científica Inclusiva* (A. García-Frank, ed.), 4-6.
- Rodríguez-Pérez, E., Romero-Nieto, D. y Fesharaki, O. (2014): Gymkhana geourbana como método didáctico y de motivación de estudiantes de geología. *Reduca (Geología)*, 6: 1-25.