

ACTAS DEL IV CONGRESO DE DOCENTES
DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA

Jornadas sobre Investigación y Didáctica en ESO y Bachillerato



Universidad
Complutense
Madrid



COLEGIO OFICIAL DE
DOCTORES Y LICENCIADOS
FILOSOFÍA Y LETRAS
Y CIENCIAS
COMUNIDAD DE MADRID

EPI  NUT
EPIDEMIOLÓGIA NUTRICIONAL

 SANTILLANA

JORNADAS SOBRE INVESTIGACIÓN Y DIDÁCTICA EN ESO Y BACHILLERATO

IV Congreso de Docentes de Ciencias

Experiencias docentes y estrategias
de innovación educativa para la enseñanza
de la Biología, la Geología, la Física y la Química

Marisa González Montero de Espinosa
Alfredo Baratas Díaz
Antonio Brandi Fernández
(editores)

ORGANIZAN:

Colegio Profesional de la Educación de la Comunidad de Madrid (CDL).

Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid (UCM).

Editorial Santillana.

Grupo de Investigación «Epinut» de la UCM.

COLABORAN:

Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular (SEBBM).

Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid (COBCM).

Ilustre Colegio Oficial de Geólogos (ICOG).

Real Sociedad Española de Historia Natural (RSEHN).

Colegio Oficial de Físicos (COFIS).

Real Sociedad Española de Física (RSEF).

Real Sociedad Española de Química (RSEQ).

Organismo Autónomo Parques Nacionales. CENEAM.

Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (SEDCA).

COMITÉ CIENTÍFICO:

Pilar Calvo de Pablo (Real Sociedad Española de Historia Natural).

Ángel Ezquerro Martínez (RSEF. Facultad de Educación de la Univ. Complutense de Madrid).

Ángel Herráez Sánchez (Univ. de Alcalá de Henares).

M.^a Dolores Marrodán Serrano (Facultad de Biología de la Univ. Complutense de Madrid).

Ignacio Meléndez Hevia (Profesor de Secundaria, Dep. de Biología y Geología).

Gabriel Pinto Cañón (RSEQ. ETS de Ingenieros Industriales, Univ. Politécnica de Madrid).

COMITÉ ORGANIZADOR:

Marisa González Montero de Espinosa

Coordinadora del Seminario de Biología, Geología, Física y Química del Colegio Profesional de la Educación.

Grupo de Investigación de UCM «Valoración de la condición nutricional en las poblaciones humanas»
(www.epinut.ucm.es).

Alfredo Baratas Díaz

Profesor titular de Historia de la Ciencia, Facultad de Ciencias Biológicas, UCM.

Antonio Brandi Fernández

Editorial Santillana.

Noemí López-Ejeda

Directora de difusión y medios sociales.

CONFERENCIA INAUGURAL

ROMPIENDO BARRERAS EN POS DE UNA CIENCIA ACCESIBLE

Alejandra García Franck, Omid Fesharaki

*Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid
Calle José Antonio Novais 12, 28040 Madrid*

Palabras clave: Divulgación inclusiva, ciencia accesible, diversidad funcional

Keywords: Inclusive dissemination, accessible science, functional diversity

Resumen

La divulgación científica es una actividad que debe trascender la mera información sobre contenidos científicos: debe poner en contexto las distintas conexiones entre público y ciencia, con el propósito de proporcionar suficientes puntos de apoyo para que el profano pueda comprender esta última con una perspectiva lo suficientemente amplia. La asociación Ciencia sin Barreras tiene el objetivo de fomentar la divulgación de la ciencia entre personas con diversidad funcional o que no hayan tenido un acceso amplio a contenidos científicos. La ciencia es una de las expresiones más inherentemente humanas de nuestra relación con el medio natural y es, por tanto, una expresión cultural que debe ser conocida y apreciada por todos. Para lograrlo es necesario tener en cuenta una serie de premisas antes de realizar las acciones divulgativas (diseñadas bajo la óptica del Diseño Universal) y contar con la colaboración de especialistas y de los propios participantes. La expresión «nada sobre nosotros sin nosotros» (en su versión inglesa, «*nothing about us without us*») comenzó a utilizarse por activistas a favor de los derechos de las personas con discapacidad a partir de 1990. Es una puntualización muy importante a la hora de diseñar cualquier actividad científica divulgativa, ya que se trata de eliminar todas las barreras a la participación y de lograr un cambio de actitud ante la discapacidad que reconozca el enriquecimiento social que puede derivar si fomentamos las actividades de inclusión.

El IV Congreso de Docentes en Ciencias es un foro de reunión de profesionales de la educación perfecto para dar un paso adelante en este sentido, ya que las diferentes secciones que lo integran son susceptibles de enriquecerse si se tienen en cuenta pequeñas adaptaciones para lograr que todas ellas sean accesibles para todos.

Abstract

Scientific dissemination must transcend the mere action of transmission of scientific contents. It should put into context the various connections between People and Science in order to provide enough support points for that unexperienced public can understand the professionals in a wide-ranging way.

The Spanish Association «Science without Barriers» aims to promote Science among people with functional diversity and those who do not have extensive access to scientific knowledge. Science is one of the most inherently human expressions of our relationship with the natural environment, and is therefore a cultural expression that must be known and valued by everyone. To achieve this goal it is necessary to keep in mind a number of assumptions before making dissemination actions (designed under Universal Design's perspective) and cooperate with specialists and participants.

The expression «nothing about us without us» came into use in disability-activism in the 1990's. It is a very important clarification that should be taken into account when designing any scientific dissemination activity, since it means to eliminate all barriers to participation and achieve an attitude's change which recognizes the social enrichment that could result if we promote inclusion activities.

The «IV Congreso de Docentes en Ciencias» is the perfect forum for meeting educational professionals and to take a step forward. The different approaches are likely to be enriched with minor adaptations to ensure that are accessible to all.

I. INTRODUCCIÓN

La primera pregunta que nos hemos planteado al elaborar este documento es: ¿por qué hay que divulgar la ciencia entre la población? La última encuesta bianual de Percepción Social de la Ciencia (2015)¹, pone de manifiesto que los españoles hemos mejorado nuestro conocimiento sobre ciencia en la última década, pero a pesar de esta mejora, refleja también que todavía nos queda camino por recorrer: Un ejemplo de esto se plasma en los datos que recogen que un 25% de los encuestados creen que el Sol gira alrededor de la Tierra o un 30% cree que los humanos hemos coexistido con los dinosaurios. De acuerdo a la encuesta, la imagen de la ciencia percibida por los ciudadanos ha mejorado en los últimos años, pero también pone de manifiesto ciertas deficiencias, como que el concepto de ciencia no está claro entre la población: un 27% de los encuestados considera la homeopatía «muy o bastante científica», pese a que se trata de una pseudociencia sin eficacia demostrada, o un 14% defiende los horóscopos.

El sondeo refleja que los ciudadanos solicitan más información científica en los medios de comunicación: en torno al 60% de los consultados sostiene que el número de noticias de ciencia es «insuficiente» en prensa en papel, radio y televisión; solo los medios digitales cubren las demandas de información científica.

Con estos resultados en mente creemos que hay que encontrar una vía que permita una mayor interacción con todas las personas que quieran ampliar su conocimiento científico sin tener que hacerlo académicamente, y es a través de la divulgación científica. Si en esta labor queremos tener en cuenta al mayor número posible de personas, debemos proyectarla bajo la óptica de la Divulgación Científica Inclusiva. La principal diferencia con la óptica tradicional es que tiene en cuenta las premisas del Diseño Universal. Este concepto fue inicialmente acuñado por especialistas americanos en diseño de espacios arquitectónicos² que tuvieron en cuenta las necesidades de acceso al mayor número posible de individuos. Posteriormente ha evolucionado hacia perspectivas más relacionadas con el aprendizaje, fijando un nuevo paradigma en la educación en los campos de diseño curricular y de creación de materiales.

Por todo ello, la Divulgación Científica Inclusiva entra en escena desde el momento que la ciudadanía reclama actividades que trasciendan la simple información sobre conceptos de ciencia y trata de generar

¹ VII Encuesta de Percepción Social de la Ciencia, FECYT 2015: http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Prensa/NOTAS_PRENSA/2015/Dossier_PSC_2015.pdf.

² Mace, R. L.; Hardie, G. J. y Place, J. P. (1996). «Accessible Environments: Toward Universal Design». The Center for Universal Design, NCSU, 44 págs. Web: https://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/pubs_p/docs/ACC%20Environments.pdf.

nuevas conexiones entre científicos y públicos posibles sin temer ningún tipo de obstáculo. El impulso de este nuevo modelo de divulgación es compatible con las metas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible³, que plantea lograr una inclusión efectiva en la sociedad de las personas con Diversidad Funcional. Este último término se refiere a que cada miembro de la sociedad tiene unas determinadas habilidades, sean de carácter transitorio o permanente, lo que crea una diversidad que no debe generar exclusiones o discriminaciones.

2. HACIA UNA CIENCIA ACCESIBLE

Para conseguir este reto, la primera toma de conciencia debe producirse entre la propia comunidad científica. A pesar de que hoy en día existe una mayor concienciación entre los científicos de la importancia de la divulgación, aún hay algunos miembros del colectivo que no revierten a la sociedad los resultados de sus investigaciones (García-Frank y Gómez-Heras, 2016⁴). El siguiente paso es reconocer el derecho a la adquisición de conocimiento científico de todos los miembros de la sociedad.

El acceso a la Ciencia es un derecho fundamental recogido desde 1966 en el artículo 15 de la Carta Internacional de los Derechos Humanos⁵ que pretende asegurar el goce pleno, y en condiciones de igualdad, de todos los derechos humanos. El 13 de diciembre de 2006 la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad. España firmó y ratificó esta convención, entrando en vigor el 3 de mayo de 2008. El artículo 1 establece que su fin es «asegurar el goce pleno y en condiciones de igualdad de todos los derechos humanos» por todas las personas con discapacidad⁶.

Otro obstáculo a considerar es que, en muchos colectivos de personas con discapacidad, la oferta de actividades sociales es relativamente abundante, pero no lo es tanto la relacionada con la adquisición de conocimiento científico. Así pues, la primera acción de accesibilidad está relacionada con los canales de comunicación que ofertarán las acciones, ya que es poco operativo organizar actividades que tengan en cuenta las diversas necesidades asociadas con la discapacidad, si el público potencial no recibe información sobre ellas. Esto es especialmente importante, porque muchos colectivos de personas con discapacidad se han visto tradicionalmente excluidos de estas actividades, por lo que el primer paso que tienen que dar los investigadores es, a menudo, crear una demanda⁴.

Para asegurar la efectividad es necesario tener en cuenta una serie de premisas antes de realizar las acciones divulgativas (que han de ser diseñadas bajo la óptica del Diseño Universal) y se debe contar con la colaboración de especialistas y de los propios participantes. Esto último permite eliminar las barreras ligadas a la participación buscando lograr un cambio de actitud ante la discapacidad que reconozca el enriquecimiento social que puede derivar si fomentamos las actividades de inclusión. Las ciencias facilitan las actividades multisensoriales que al multiplicar la estimulación pueden mejorar el proceso de aprendi-

³ Naciones Unidas (2015). «Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible». Asamblea General A/70/L1. Web: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=S.

⁴ García-Frank, A. y Gómez-Heras, M. (2016). «Hacia una ciencia accesible». *Web Madri+d*, enero 2016: http://www.madridimasd.org/informacionIdi/analisis/analisis/analisis.asp?id=65443&origen=notiweb_suplemento&dia_suplemento=martes&seccion=analisis%28martes%29.

⁵ International Covenant on Economic, Social, and Cultural Rights. (1966). Web: www.ohchr.org/EN/ProfessionalInterest/Pages/CESCR.aspx.

⁶ <https://www.boe.es/boe/dias/2008/04/21/pdfs/A20648-20659.pdf>.

zaje^{7,8,9}. Las actividades divulgativas deben tender a ser inclusivas (mixtas), lo que resulta beneficioso para todos los participantes.

Entre las bondades que supone realizar actividades de divulgación se encuentran la mejora del desarrollo humano, intelectual y social, paralelamente al autoconcepto del individuo (y, por tanto, su calidad de vida)⁷. Para el científico, divulgar supone una interiorización de las bases más fundamentales de su conocimiento y es una experiencia muy gratificante.

Por otra parte, cada día son más numerosos los autores que indican la importancia de adaptar contenidos y metodologías para que en la educación formal se puedan resolver las diferencias entre alumnos (Ramos *et al.*, 2016¹⁰). Sin embargo, el conocimiento no solo se adquiere en los centros educativos sino en todos los ámbitos en los que se mueven las personas (Macías Gómez, 2004¹¹; Falk *et al.*, 2009¹²). A pesar de los esfuerzos por adaptar los contenidos y las metodologías y según muestran todas las nuevas leyes educativas en la atención a la diversidad, los resultados aún están lejos de ser los óptimos y se hace muy necesaria la acción educativa en otros ámbitos diferentes al estrictamente formal. Desde la Asociación Ciencia sin Barreras consideramos que la inclusividad y la atención a la diversidad en la divulgación es algo que ha de dejar de ser «opcional» para convertirse en un deber¹³.

3. CIENCIA SIN BARRERAS Y SUS DISTINTAS INICIATIVAS

Con la filosofía de agrupar a los científicos que organizaban actividades de divulgación científica para personas con algún tipo de discapacidad y fomentar la divulgación de la ciencia entre personas con diversidad funcional o que no hayan tenido un acceso amplio a contenidos científicos, se constituyó en febrero de 2014 la asociación Ciencia sin Barreras: Asociación para la Divulgación Científica Inclusiva (Reg. Nac. Asoc. 605355)¹⁴. El proyecto se gestó en 2012, cuando un grupo de geólogos se dio cuenta de la necesidad de difusión de Ciencias de la Tierra en la sociedad. Desde entonces, se han logrado diferentes objetivos en relación con la promoción de actividades científicas, no solo geológicas¹⁵, sino multi-

⁷ García-Frank, A.; Pérez Barroso, R.; Espín Forjan, B.; Benito Manjón, P.; De Pablo Gutiérrez, L.; Gómez-Heras, M.; Sarmiento, G. N.; Canales Fernández, M. L.; González Acebrón, L.; Muñoz García, M. B.; García Hernández, R.; Hontecillas, D.; Ureta Gil, S. y del Moral, B. (2014). «Divulgación de la Geología: nuevas estrategias educativas para alumnos con necesidades educativas especiales por discapacidad intelectual». Serie *El CSIC en la Escuela.*, vol. 10, pp. 56-67.

⁸ Gómez-Heras, M.; Gonzalo, L.; García-Frank, A.; Sarmiento, G. N.; González, L.; Muñoz, M. B.; García, R.; Hontecillas, D.; Ureta, S. y Canales, M. L., (2014). «Geología para sordociegos: una experiencia multisensorial para la divulgación de la ciencia». Serie *El CSIC en la escuela*, vol. 10, pp. 45-55.

⁹ Fesharaki, O.; García-Frank, A.; Iglesias Álvarez, N.; Gómez-Heras, M.; Martín-Perea, D. y Rico, R. (2016). «Diseño universal y materiales multisensoriales en las actividades de divulgación de Geodivulgar con la asociación Ciencia sin Barreras». *Geo-Temas*, 16: pp. 729-732.

¹⁰ Ramos, L.; Castro, E. y Castro-Rodríguez, E. (2016). «Instrucción en el uso de esquemas para la resolución de problemas aditivos a estudiantes con necesidades educativas especiales». *Enseñanza de la Ciencias*, 34(1): pp. 173-192.

¹¹ Macías Gómez, E. (2004). «Aproximación a la intervención de calidad en la educación no formal. Funciones del pedagogo». *Revista Complutense de Educación*, 15(2), pp. 561-596.

¹² Falk, J.; Heimlich, J. E. y Foutz, S. (2009). «Free-choice learning and the environment». *Altamira Press*.

¹³ García-Frank, A. y Gómez-Heras, M. (2015). «¿Por qué acercar la ciencia a personas con necesidades especiales?», en: L. Domingo, M. S. Domingo, O. Fesharaki, B. A. García Yelo, A. R. Gómez Cano, V. Hernández-Ballarín, D. Hontecillas, J. L. Cantalapiedra, P. López Guerrero, A. Oliver, J. Pelegrín, M. Pérez de los Ríos, M. Ríos, O. Sanisidro y A. Valenciano (eds.). Volumen de Actas XIII Encuentro Jóvenes Investigadores en Paleontología, Cercedilla, Madrid. pp. 9-10.

¹⁴ <http://cienciasinbarreras.theiagd.org/> y <https://www.facebook.com/cienciasinbarreras>.

¹⁵ 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,

disciplinarias, que abarcan diversos colectivos. Bajo el lema «Ciencia para todos» se proponen actividades científicas divulgativas para adaptarlas a estudiantes y adultos con discapacidad intelectual, así como adultos con ceguera y sordoceguera. Actualmente esta asociación está formada por miembros procedentes de diferentes áreas científicas (geología, biología, química, física, informática) y cuya labor ha sido reconocida y apoyada desde diversas instituciones internacionales (Zero Project¹⁶, EGU¹⁷, Geological Society¹⁸). La divulgación científica realizada desde la asociación tiene varios ejes de actuación. Por una parte, se realizan actividades de difusión para la ampliación de sus asociados, los cuales, a su vez, proponen y realizan actividades de divulgación en forma de talleres, salidas de campo o seminarios, y, por otra, se realizan actividades de difusión como la organización de encuentros, congresos o seminarios para dar a conocer los avances más significativos que se van produciendo en este campo de la enseñanza-divulgación de las ciencias a personas con diversidad funcional. Además de los conceptos y competencias científicas que se pretenden enseñar a las personas que intervienen en las actividades de la asociación, también se persigue que estas realicen las actividades en un ambiente diferente al estrictamente formal y que estas actividades puedan suponer para ellos momentos de socialización e inclusión. Diversos autores han indagado en las consecuencias que tienen sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje las relaciones sociales establecidas entre los individuos que interactúan durante estos procesos (Coldren y Hively, 2009¹⁹). Nuestra experiencia indica que las tareas compartidas entre personas con alguna discapacidad concreta y otras que no tienen dicha discapacidad resultan eficaces para modificar estereotipos y prejuicios, al mismo tiempo que favorecen un buen desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Contamos con varios proyectos simultáneos donde realizamos actividades científicas que abarcan distintas disciplinas:

3.1. CONCIENCIA INCLUSIVA

El proyecto, financiado por Sección Territorial de Madrid de la Real Sociedad Española de Química, se desarrolla desde la Facultad de Ciencias Químicas (UCM) junto con el Colegio Ramón y Cajal, la Facultad de Educación La Salle y Estudio 3 AFANIAS²⁰. Consiste en la realización de experimentos científicos de cristalografía con alumnos de un centro educativo de educación especial junto con alumnos de un centro de educación ordinaria y dirigido por estudiantes universitarios. En junio de 2016 ha conseguido uno de los premios ENCIENDE (Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar), otorgado por la Confederación de Sociedades Científicas de España²¹.

3.2. ASTROACCESIBLE

Desde el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) y con la colaboración de la ONCE, se ofertan actividades de divulgación accesible de astronomía entre las personas ciegas y de baja visión, poniendo a

M.; Rodrigo Sanz, A.; del Moral, B.; Sarmiento, G. N. y Ureta S. (2014). «Ready-to-serve Geology! Portable kits for scientific divulgation to people with functional diversity». In: Gómez Chova, L.; López Martínez, A. y Candel Torres, I. (eds.) ICERI 2014 Proceedings, IATED Academy, Sevilla (España). pp. 4666-4672.

¹⁶ <http://zeroproject.org/practice/spain-ciencia-sin-barreras/>.

¹⁷ <http://www.egu.eu/news/231/egu-public-engagement-grants-awarded-to-miguel-gomez-heras-and-solmaz-mohadjer/>.

¹⁸ <https://www.geolsoc.org.uk/~media/shared/documents/Society/Research%20grants/RESEARCH%20GRANTS%202015.pdf?la=en>.

¹⁹ Coldren, J. y Hively, J. (2009). «Interpersonal teaching style and student impression formation». *College Teaching*, 57(2), pp. 93-98.

²⁰ <http://www.lasallecentrouniversitario.es/Comunidad/dia-a-dia/Paginas/ProyectoConCienciaInclusiva.aspx>

²¹ <http://enciende.cosce.org/boletin/index.asp?item=230>

su alcance modelos (figura 1), conceptos y descripciones de la naturaleza de nuestro universo que son comprensibles mucho más allá de su percepción visual²².

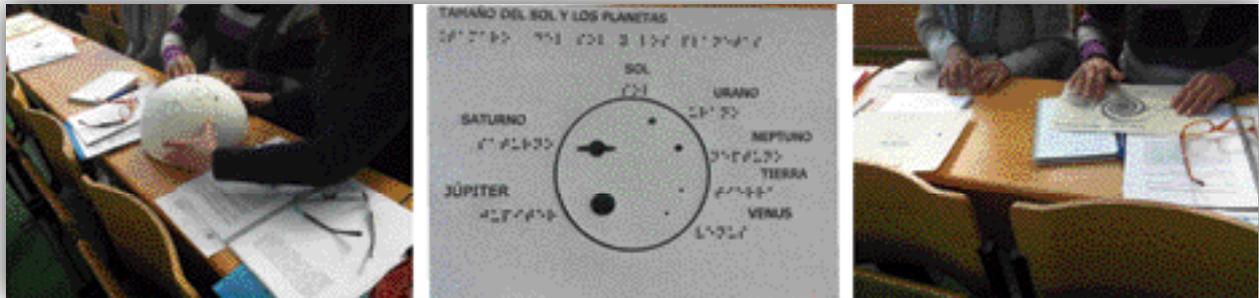


Figura 1. Materiales adaptados para divulgación de la astronomía.

3.3. RADIO O LO QUE SEA

Es un programa de radio que da voz a la discapacidad, producido por la Fundación Juan XXIII Roncalli y realizado por personas con discapacidad intelectual, donde los locutores dan su visión sobre el mundo y la sociedad comentando las noticias más relevantes de la actualidad²³. «Evolucionando» es la sección de Ciencia²⁴ y ha obtenido una mención honorífica en los premios «Prismas Casa de las Ciencias 2016» a la Divulgación. El jurado resalta su dimensión social e implicación con la divulgación científica.

3.4. APLICACIONES A LAS TIC

Desde la Universidad Politécnica de Madrid también se tiene en cuenta la necesidad de adaptar las herramientas de Divulgación Científica Inclusiva a las TIC. Para ello se incide en la aplicación de la accesibilidad documental, habituando a los estudiantes a hacerlo tanto en experiencias de educación no formal como en las propias asignaturas. Un ejemplo es «CHATAACS», plataforma de control de un chat gratuito que permite a usuarios con parálisis cerebral el acceso y disfrute de las nuevas tecnologías con las siguientes ventajas: mayor portabilidad de los dispositivos, estructura de símbolos dinámica que no ralentice un sistema que sea fácil de usar²⁵.

3.5. GEODIVULGAR

Dado que la composición inicial de la asociación estaba formada por geólogos principalmente, es en este campo científico en el que se han realizado el mayor número de actividades y las correspondientes experiencias (García-Frank y Fesharaki, 2016²⁶). Además, la Geología es una ciencia en la que es factible la obtención de materiales multisensoriales (principalmente táctiles) y su adaptación mediante el asesoramiento de expertos en Didáctica, Pedagogía, Trabajo Social o Psicología (Fesharaki *et al.*, 2016⁹). A pesar de su importancia, las Ciencias de la Tierra son relativamente desconocidas para gran parte de la socie-

²² <http://astroaccesible.iaa.es/>.

²³ <http://www.fundacionjuanxxiii.org/dia-mundial-de-la-radio/>.

²⁴ <http://asecic.org/2016/06/evolucionado-divulgacion-de-la-ciencia-desde-radio-o-lo-que-sea/>.

²⁵ Gil García, E. M.; Jiménez Angulo, L. y Babio Casal, J. F. (2010). «Plataforma de control de mensajería instantánea bajo sistemas AACCS CHATAACS». En: «14th Biennial Conference ISAAC 2010». Web: http://oa.upm.es/9170/1/INVE_MEM_2010_87724.pdf.

²⁶ García-Frank, A. y Fesharaki, O. (2016). «En pos de una ciencia accesible: actividades para personas con diversidad funcional». *Revista ECDL* (diciembre).

dad (Calonge García, 2010²⁷). Además, como se viene denunciando desde diferentes organizaciones científicas, y en especial geológicas, en el Sistema Educativo Español la Geología está en clara desventaja frente a otras materias, incluso del ámbito científico (Pedrinaci, 2012²⁸). Pero no solo la falta de horas lectivas da lugar a este problema, sino que, de forma general, va acompañada de una escasa oferta de actividades de divulgación de esta ciencia (Gutiérrez-Marco, 2005²⁹). Diversos informes (COSCE, Pardo *et al.*, 2005³⁰) y publicaciones (Rodríguez-Pérez *et al.*, 2014³¹; Fesharaki, 2016³²) resaltan la importancia de que los investigadores y docentes universitarios que recibimos recursos públicos dediquemos parte de nuestro tiempo a la difusión y divulgación de nuestros conocimientos a la sociedad, y que esta labor sea más valorada por las instituciones del ámbito educativo. En los últimos años se están produciendo iniciativas locales de divulgación de la Geología (Fesharaki, 2016³²).

Una de estas iniciativas nació en 2013 a partir de la obtención de un Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente (PIMCD), concedido por la UCM al proyecto Geodivulgar: Geología y Sociedad. Este proyecto, que continúa desde entonces, aglutina a profesores, alumnos, investigadores y trabajadores de la UCM y de otras universidades y centros de investigación (ver detalles en García-Frank *et al.*, 2013³³, 2014⁷, 2016³⁴; Gómez-Heras *et al.*, 2014⁸, Iglesias *et al.*, 2015³⁵, Muñoz-García *et al.*, 2015³⁶), y ha conseguido en años consecutivos la renovación de concesiones para seguir con su labor de divulgación de la Geología a todo tipo de público.

Hasta el momento se han realizado talleres dirigidos a dos colectivos principales: discapacidad intelectual, generalmente síndrome de Down, y discapacidad visual y/o auditiva con diferentes grados de ceguera y sordoceguera. Estas actividades del ámbito de la Geología han sido descritas en el trabajo de García-

²⁷ Calonge García, A. (2010). «La geología que emociona: ¿qué geología enseñamos, qué geología necesitamos y qué geología divulgamos?». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 18(2): pp. 141-149.

²⁸ Pedrinaci, E. (2012). «Alfabetización en Ciencias de la Tierra, una propuesta necesaria». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20(2): pp. 133-140.

²⁹ Gutiérrez-Marco, J. C. (2005). «¿Sabemos divulgar la Geología que hacemos?». *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* (Sección Geológica), 100: pp. 307-322.

³⁰ Pardo, R.; Acuna, U.; Aguirre de Cárcer, A.; Armentia, J.; Catalán, G.; De Pablo, F.; Semir, V.; De Delibes, M.; Echenique, P. M.; Estruch, J.; Molina, T.; Núñez Centella, R.; Ruiz de Elvira, M.; Sols, F.; Tellería, J. L. y Úbeda, J. (2005). «Ciencia y Sociedad». En: Acción CRECE (Comisiones de Reflexión y Estudio de la Ciencia en España), Confederación de Sociedades Científicas de España, COSCE, Barcelona, pp. 123-164.

³¹ Rodríguez Pérez, E.; Romero-Nieto, D. y Fesharaki, O. (2014). «La imagen del geólogo en el cine: científicos locos vs atractivos aventureros». *Tierra & Tecnología*, 45: pp. 51-60.

³² Fesharaki, O. (2016). «Análisis paleoambiental y paleoclimático de los yacimientos de Somosaguas y Húmera (Mioceno medio, Madrid): sedimentología, petrología, mineralogía y aplicación a divulgación e innovación educativa». Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. <http://eprints.ucm.es/38947/1/T37715.pdf>.

³³ García-Frank, A.; Canales, M. L.; Gómez-Heras, M.; González Acebrón, L.; Hontecillas, D.; Del Moral, B.; Muñoz-García, M. B. y Sarmiento G. N. (2013). «Geodivulgar: una nueva experiencia para la divulgación de la Geología entre alumnos con necesidades educativas especiales por discapacidad intelectual». En: Rábano, I. y Rodrigo, A. (eds.) pp. 124-125. XX Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural.

³⁴ García-Frank, A.; Gómez-Heras, M.; Fesharaki, O.; Iglesias Álvarez, N. y Gonzalo Parra L. (2016). «Science without Barriers: towards the take-off of Social Palaeontology». *Palaeontological Association Newsletter*. 91: pp. 50-55.

³⁵ Iglesias Álvarez, N.; Fesharaki, O.; García-Frank, A.; González Acebrón, L.; Rico, R. *et al.* (2015). «Dejando huella: divulgación paleontológica para personas con diversidad funcional». En: *Current Trends in Paleontology and Evolution* (L. Domingo *et al.*, eds.): pp. 154-162.

³⁶ Muñoz-García, M. B.; González-Acebrón, L.; García-Frank, A.; Pérez Barroso, R.; Espín Forjan, B. *et al.* (2015). «Evaluación del aprendizaje significativo del concepto "tiempo geológico" en estudiantes con necesidades educativas especiales por discapacidad intelectual». *Enseñanza para las Ciencias de la Tierra*, 23(1): pp. 220-231.

Frank y Fesharaki (2016²⁶), por lo que en este texto solo las trataremos de una forma superficial, para poder equiparar dentro de lo posible con las actividades realizadas por la asociación en otros ámbitos (astronomía, física, química, biología, etc.).

Las principales actividades geológicas realizadas hasta el momento han tenido como base los fósiles, los minerales y las rocas y sedimentos, que permiten preparar talleres en torno a la adaptación de las especies y su evolución, a los ambientes sedimentarios que ocupan y sus hábitos alimenticios o a los cambios del planeta Tierra y su clima. Entre otros se han desarrollado los siguientes talleres: «¿Qué te cuentan mis dientes? ¿Qué te cuentan mis patas? ¿Qué te cuentan mis huellas?» (Iglesias *et al.*, 2015³⁵) ver *figura 2a*, «¿Cómo ha evolucionado el planeta Tierra?» (Muñoz García *et al.*, 2015³⁶) ver *figura 2b*, o la reconstrucción de un diorama sobre el ambiente de Madrid en el Mioceno, hace 14 millones de años (De la Ossa *et al.*, 2012³⁷). También se han realizado salidas de campo, por ejemplo a la sierra de Madrid (Museo del Agua de El Berrueco y presas del Atazar y Pontón de la Oliva), para trabajar nociones sobre el ciclo de las rocas y el ciclo del agua, la importancia de la preservación del medio natural y cómo influyen las acciones humanas en el medio que nos rodea (García-Frank *et al.*, 2014⁷), o al parque Regional del Sureste (Rivas Vaciamadrid), donde se trabajaron conceptos relacionados con los ambientes de sedimentación, los tipos de rocas y su influencia en la geomorfología, y la importancia de la biodiversidad y geodiversidad (*figura 2c*). Estos talleres han tenido adaptaciones a personas con diversidad funcional por discapacidad intelectual (centro San Pedro Apóstol y María Corredentora de Madrid).

Otro colectivo al que se han enfocado las acciones de la asociación hasta el momento es el de las personas con discapacidad visual y/o auditiva. En este caso, se han realizado varios talleres para tratar temas relacionados con el calor interno de la Tierra y la tectónica de placas, el relieve terrestre, la historia del planeta Tierra, las propiedades y usos de los principales minerales, entre otros (Gómez-Heras *et al.*, 2014⁸). En este caso, también se han realizado salidas al campo, en algunos casos de forma pionera a nivel mundial; por ejemplo, a los yacimientos paleontológicos de Somosaguas, para conocer aspectos sobre los métodos de excavación y los vertebrados que habitaron Madrid hace unos 14 millones de años (Navalpotro *et al.*, 2015³⁸), al Geoparque de la costa vasca (Zumaia), para conocer los procesos que formaron y posteriormente han transformado las rocas del Flysch de Zumaia, o interpretar mediante las huellas dejadas por los animales en los sedimentos (icnofósiles) los hábitos de vida de estos y lo que nos indican sobre el medio en el que vivieron (*figura 2d*), o la importancia de la zona reconocida con un clavo dorado como estratotipo del paso del Paleoceno al Eoceno (García-Frank y Fesharaki, 2016²⁶). Por último, también se ha realizado una salida de campo a Riva de Santiuste (Guadalajara) para conocer los rasgos y las estructuras estratigráficas formadas en diversos ambientes sedimentarios del Triásico. Varias de las actividades de este proyecto han acabado finalistas³⁵ o sido premiadas^{7, 8, 37, 39} en las convocatorias de 2014^{7, 8, 37}, 2015³⁵ y 2016³⁹ del Certamen Nacional Ciencia en Acción.

³⁷ De la Ossa, L.; Tejedor, 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(3): pp. 290-296.

³⁸ 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: García-Frank, A. (ed.), *Libro de Resúmenes I Jornada sobre Divulgación Científica Inclusiva*: pp. 4-6.

³⁹ Mención de Honor de Trabajos de Divulgación Científica. Prensa, Radio y Televisión. El vídeo «El Álbum de mis Antepasados y otros Parientes», de Andrés Armendáriz.



Figura 2. Diversas actividades relacionadas con el aprendizaje de las Ciencias de la Tierra.
 a) Taller «¿Qué te cuentan mis dientes? ¿Qué te cuentan mis patas? ¿Qué te cuentan mis huellas?»;
 b) Taller «¿Cómo ha evolucionado el planeta Tierra?»;
 c) Salida de campo a Rivas Vaciamadrid (Madrid);
 d) Salida de campo a Zumaia (Vizcaya).

3.6. MUSEO GEOMINERO (IGME)

También en el ámbito de la Geología, cabe destacar la labor del Museo Geominero de Madrid (Instituto Geológico y Minero de España). Con el programa «NUEVOS CREADORES, NUEVOS PÚBLICOS. Arte de todos para todos» tiene como objetivo establecer vías de colaboración entre Centros Públicos de Educación Especial y Centros de Enseñanzas vinculadas a las artes plásticas y escénicas, a través del Servicio de la Unidad de Programas de la Dirección de Área Territorial de Madrid Capital. Asimismo, ha colaborado en la elaboración de talleres adaptados a estudiantes con discapacidad intelectual. Este museo también ha recibido un premio en el certamen Ciencia en Acción en 2015⁴⁰.

4. REFLEXIONES FINALES

Queremos destacar que, tras casi un lustro de experiencia en Divulgación Científica Inclusiva, los docentes e investigadores de la Asociación Ciencia sin Barreras, responsables de estas iniciativas, hemos com-

⁴⁰ 1.º Premio de Materiales Didácticos de Ciencias en Soporte No Interactivo: «Gea y los fósiles», de Ana Rodrigo, Enrique Peñalver, Eduardo Barrón, Rafael Pablo Lozano y Javier Bollaín, del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) de Madrid.

probado que determinadas metodologías de actuación llevan a obtener resultados favorables en la adquisición de numerosos conceptos y competencias por parte de los participantes. Para lograrlo es indispensable contar con la ayuda de expertos en psicología, pedagogía y educación especial, y siempre hay que tener en cuenta que es un proceso que avanza mediante aprendizaje progresivo, adaptando a cada caso concreto las actividades. Para muchos de los participantes es una experiencia novedosa, ya que hasta hace poco tiempo estaban fuera de los canales de divulgación científica.

Por último, desde Ciencia sin Barreras animamos a una participación mayor de los docentes en este tipo de iniciativas, ya que apostamos por que toda acción dirigida a desarrollar la divulgación científica es positiva y será bien recibida por toda la sociedad. Para participar de estas experiencias no es necesario empezar de cero y desde la asociación tratamos de facilitar acciones de autoformación. No perdemos de vista la noción de que es un proceso trabajoso y que requiere rodaje. Aunque la legislación vigente dispone que estas adaptaciones deban hacerse sistemáticamente, aún hay que normalizar el proceso para conseguir que la ciencia sea cosa de todos.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado por miembros de la asociación Ciencia sin Barreras. Desde la Universidad Complutense se enmarca en los Proyectos INNOVA-DOCENCIA n.º 2 (2016-17), Geodivulgar: Geología y Sociedad e INNOVA-DOCENCIA n.º 73 (2016-17), I.amAble: la ciencia (química) al alcance de toda la sociedad (UCM). Cuenta con el apoyo del CGL2015-66604-R (MINECO/FEDER).

Dirección editorial: **Antonio Brandi**

Dirección de arte: **José Crespo**

Jefe de desarrollo de proyecto: **Javier Tejeda**

Dirección técnica: **Jorge Mira**

Confeción y montaje: **Hilario Simón**

Corrección: **Gema Moreno**

Coordinación técnica: **Francisco Moral**

© 2016 de la obra completa.

Marisa González Montero de Espinosa,
Alfredo Baratas Díaz y Antonio Brandi Fernández

Servicios editoriales y maquetación

Santillana Educación, S. L.

Avda. de los Artesanos, 6.

28760 Tres Cantos, Madrid

PRINTED IN SPAIN

ISBN: 978-84-141-0426-2

CP: 815499

Depósito legal: M-972-2017

Todas las imágenes que se incluyen en esta obra han sido aportadas por los autores de cada uno de los trabajos. La responsabilidad de su publicación corresponde única y exclusivamente a dichos autores.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.