



CONGRESO CIDUI 2025: Docentes de hoy para la universidad de mañana

EXPLICANDO GEOLOGÍA A ESTUDIANTES CON DIVERSIDAD FUNCIONAL VISUAL

EXPLAINING GEOLOGY TO STUDENTS WITH VISUAL FUNCTIONAL DIVERSITY

Muñiz, Fernando

ORCID 0000-0002-5727-3646

Universidad de Sevilla

Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola / Facultad de Química

fmuniz@us.es

Belaústegui, Zain

ORCID 0000-0002-1707-9670

Universidad de Barcelona

Dpto. de Dinámica de la Tierra y del Océano / Facultad de Ciencias de la Tierra

Martín-Oria, Mónica

Universidad de Sevilla

Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola / Facultad de Química

Narváez, María José

ONCE (Organización Nacional de Ciegos Españoles)

Centro de Recursos Educativos (CRE) de Sevilla

Medina, Tanausú

ONCE (Organización Nacional de Ciegos Españoles)

Centro de Recursos Educativos (CRE) de Sevilla

González, Carmen

Universidad de Sevilla

Facultad de Ciencias de la Educación

RESUMEN

Las actividades desarrolladas han tenido como objetivo principal el aprendizaje y alfabetización de la geología por parte del alumnado con diversidad funcional visual. Para tal fin, se ha realizado la adaptación del diseño universal de sus contenidos y materiales, llevándolo sobre todo al terreno de la percepción táctil; y se ha contado con la presencia de especialistas en Geología y de la ONCE (Organización Nacional de Ciegos



CONGRESO CIDUI 2025: Docentes de hoy para la universidad de mañana

Españoles). Las actividades realizadas se encuadran en cuatro grupos según materias, y son: (1) Minerales, (2) Rocas, (3) Geoarqueología y (4) Evolución.

ABSTRACT

The main objective of the developed activities was to promote the learning and literacy of geology to students with visual functional diversity. To this end, the universal design of its contents and materials has been adapted, taking it mainly to the field of tactile perception; with the participation of specialists in Geology and from the ONCE (Spanish National Organization of Blind People). The activities carried out are divided into four groups according to subject matter, and are the following: (1) Minerals, (2) Rocks, (3) Geoarchaeology, and (4) Evolution.

PALABRAS CLAVE

docencia inclusiva, diversidad funcional visual, propiedades hápticas, divulgación, geología

KEYWORDS

inclusive teaching, visual functional diversity, haptic properties, divulgation, geology

INTRODUCCIÓN

La Carta Internacional de Derechos Humanos recoge que el acceso y disfrute a los conocimientos y avances científicos son un derecho universal (García-Frank et al., 2014; García-Frank y Gómez-Heras, 2016; Muñiz et al., 2018, 2021). Por otro lado, tanto en la Declaración Universal de Derechos Humanos como en el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales se expone que “toda persona tiene derecho a tomar parte en la vida cultural y a gozar y beneficiarse de los avances científicos”. La ciencia debe ser accesible y participativa para todas las personas, pero la conexión Ciencia-Sociedad no se puede considerar íntegra si no se es capaz de llegar a todos los colectivos, de manera especial a las personas con diferentes tipos de diversidad funcional y/o necesidades educativas especiales (NEE) (Muñiz et al., 2018, 2021).

Uno de estos colectivos son las personas con diversidad funcional visual (ceguera y deficiencia visual). Según la Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE) el 80% de la información necesaria para la vida cotidiana implica el órgano de la visión, que también se presta fundamental para la adquisición de conocimientos basados en



CONGRESO CIDUI 2025: Docentes de hoy para la universidad de mañana

información visual. El hecho de “no ver” no significa que personas con esta limitación funcional no tengan el derecho y la capacidad de poder alfabetizarse científicamente (Bybee, 1997; Pedrinaci et al., 2013).

En particular, para el aprendizaje de discentes con diversidad funcional visual es fundamental ofrecerles, de manera adecuada, adaptada y sin barreras la máxima información del mundo que les rodea (Instituto de Tecnologías Educativas, 2017). En el ámbito científico, la mejor manera de romper con estas barreras es mediante una adaptación (a la percepción táctil, auditiva o incluso visual) del diseño universal de los contenidos, recursos didácticos y materiales para garantizar la comprensión de los conceptos y facilitar el aprendizaje del alumnado, es decir, una alfabetización en igualdad. Esta adaptación requiere planificar y diseñar estrategias apropiadas y, por supuesto, en coordinación con especialistas en intervención profesional con personas con ceguera o resto visual (Muñiz et al., 2021).

Este punto de vista se ha visto reforzado por la aprobación en 2015 por parte de Naciones Unidas de los 17 ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) dentro de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, con el principio fundamental de alcanzar un desarrollo sostenible para todas las personas, entre los que se encuentra establecer un modelo de desarrollo que tenga en cuenta la diversidad funcional presente en la sociedad.

En este sentido y entendiendo la necesidad de realizar actividades científicas inclusivas, desde el Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola y el Museo de Geología de la Universidad de Sevilla (US), junto con el Centro de Recursos Educativos (CRE) de la ONCE de Sevilla y el Departamento de Dinámica de la Tierra y del Océano de la Universidad de Barcelona, se llevan realizando desde 2017 acciones innovadoras focalizadas principalmente al aprendizaje de diferentes aspectos de las Ciencias Geológicas por discentes con diversidad funcional visual. Todas las actividades desarrolladas estuvieron alineadas con los contenidos geológicos que el alumnado estudia en materias curriculares impartidas durante diferentes niveles de Primaria, ESO y algunos itinerarios de Bachillerato.

Estas acciones estuvieron subvencionadas dentro del capítulo de Ayudas para Actividades de Divulgación Científica del VI y VII Plan Propio de Investigación y Transferencia de la US. Las acciones se desarrollaron con el formato de taller-exposición para conectar a discentes de este colectivo con la mineralogía, las rocas, los fósiles, la geoarqueología y la evolución humana.

MATERIAL Y METODOLOGÍA

La planificación, diseño y ejecución de las actividades fueron realizadas por un equipo multidisciplinar constituido por personal especializado de la ONCE, profesorado y estudiantes de las Facultades de Química, Ciencias de la Educación y Geografía e Historia de la Universidad de Sevilla, profesorado de la Facultad de Ciencias de la Tierra de la



CONGRESO CIDUI 2025: Docentes de hoy para la universidad de mañana

Universidad de Barcelona y profesorado de la Facultad de Humanidades, Educación y Deporte de la Universidad CEU Fernando III.

Todos los talleres se desarrollaron en las dependencias del CRE de la ONCE en Sevilla. Participaron alumnos con diversidad funcional visual, bien con ceguera total o diferentes grados de deficiencia visual, y pertenecientes a diferentes etapas académicas de la Educación Básica: Primaria, ESO y Bachillerato. El número de alumnos/as participantes rondó siempre entre los 7 y 12, procedentes de la Comunidad Autónoma de Andalucía, principalmente de las provincias de Sevilla, Huelva y Cádiz, así como de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

De forma genérica, las personas con diversidad funcional visual obtienen la mayor parte de los conocimientos mediante la percepción háptica, es decir, “un sistema de percepción, integración y asimilación de sensaciones, del volumen y forma de los objetos a través de la información sensorial propioceptiva y táctil obtenida por el sujeto de forma activa e intencional” (Muñiz et al., 2018). En este sentido, todo el material usado de minerales, rocas, fósiles (originales y réplicas) y artefactos arqueológicos se seleccionó teniendo en cuenta sus cualidades hápticas y en consonancia con los objetivos de la actividad. Todo texto fue transcrito al Braille para alumnado ciego y/o con un tamaño de letra adecuado para aquella/as con resto visual.

A continuación, se exponen la información principal de cada una de las actividades realizadas según el hilo temático reflejado en la Figura 1.



Figura 1. Hilo temático con las cuatro actividades principales y sus satélites.

1) MINERALES (Figura 2A)

Se han desarrollado dos actividades con esta temática ‘*Minerales con Tacto*’ y ‘*Minerales influencers*’. En ambas actividades se abordaron cuestiones genéricas como ¿Qué es y qué no es un mineral? ¿Qué son las propiedades físicas de los minerales?



CONGRESO CIDUI 2025: Docentes de hoy para la universidad de mañana

Minerales con Tacto: esta actividad se realizó en 2017 y fue piloto en Andalucía. El objetivo principal fue acercar la mineralogía a través de las propiedades físicas de los minerales. En concreto, las propiedades (dureza, habito, aspecto, fractura, exfoliación, etc.) se han trabajado ordenadas desde la perspectiva de los sentidos del tacto, gusto y olfato para mejorar la asimilación de estos conceptos y, en general, para entender la importancia que tienen en el entorno que nos rodea. Otras propiedades, como el color y el brillo, que son completamente visuales y, por consiguiente, con una dificultad añadida para ser detectada por personas con diversidad funcional visual, se les enseñó con el uso de aparatos tecnológicos para el color (colorímetro y la app de móvil Color ID) y para el brillo (metálico o vítreo) se innovó experimentando con un diapasón como recurso.

Para mayor detalle de la actividad consultar Muñiz et al. (2018).



Figura 2. Detalle de las manos de diferentes discentes manipulando diversas muestras. A) Muestra de cuarzo. B) Muestra de pizarra. C) Huella de dinosaurio terópodo. D) Cráneo de *Homo heidelbergensis* (primer plano) y *Homo ergaster* (fondo).

Minerales Influencers: realizado en 2024, se abordó la influencia de los minerales en nuestro día a día, destacando la importancia de estos para el estado del bienestar, el progreso y desarrollo de la sociedad. Durante el desarrollo de la actividad, además de



CONGRESO CIDUI 2025: Docentes de hoy para la universidad de mañana

reconocer las propiedades físicas, se explicó lo *'influencer'* de cada mineral, es decir, los posibles usos. Por ejemplo, la presencia del cuarzo en todo aparato electrónico como móviles, relojes, tablets, etc. o gafas; el yeso en la fabricación de cemento; la moscovita en los microondas; el talco en cosmético; la sepiolita como *'arena para cama de gatos'*; etc. También usamos el sentido del oído para detectar aquellos minerales carbonatados, pues reaccionan al ácido clorhídrico y su efervescencia es audible.

2) ROCAS (Figura 2B, C)

Dentro de la temática concerniente a las rocas, se ha desarrollado una actividad principal *'Ahora toca... la Roca'* y otras transversales: *'El Tiempo geológico en una madeja de lana'*, *'Fósiles'* y *'Tiflosaurios'*.

Ahora toca...la Roca: la actividad se realizó en 2019 y se centró en el ciclo de las rocas; en particular, en los procesos geológicos que sufren las rocas para transformarse en alguno de los tres tipos básicos: ígneas, sedimentarias o metamórficas. En primer lugar, se abordaron algunas definiciones de términos geológicos básicos: mineral, roca, sedimento, sedimentación, metamorfismo y magmatismo. La actividad se desarrolló en 8 fases; para mayor detalle consultar la publicación Muñiz et al. (2021).

El tiempo geológico en una madeja de lana: actividad realizada en 2024. ¿Qué es el tiempo? ¿Qué es el tiempo geológico y cómo está ordenado? ¿Cómo sabemos la edad de las cosas? Con estas preguntas se dio comienzo la actividad. Para la comprensión del tiempo geológico se utilizó una madeja de 14 metros de lana gruesa, donde se marcaron tramos por cada metro. Cada uno de estos tramos representaba 1.000 millones de años de los aproximadamente 14.000 que tiene la edad del universo. En cada tramo se colocaron etiquetas transcritas al braille con los nombres de los principales eventos ocurridos. Por ejemplo: el Big Bang, la formación de las estrellas, la formación del Sistema Solar y de la Tierra, la aparición del oxígeno libre y la aparición de la vida con sus diferentes formas (unicelulares, plantas, invertebrados, etc. hasta el ser humano). Posteriormente, se trabajaron los últimos 540 millones de años, divididos en tres Eras: Paleozoica, Mesozoica y Cenozoica. Para tal fase, se prepararon tres mesas con fósiles (originales y réplicas) característicos de cada Era. Una vez finalizó esta fase, se le dio a cada alumna/o tres fósiles (moldes) característicos (trilobites, ammonites y diente de megalodón), así como un soporte (cartón pluma A4) dividido en tres campos representando cada Era (señaladas con etiquetas en Braille) con la finalidad de que colocaran en su Era correspondiente cada molde.

Fósiles: el taller se desarrolló en 2022 y se comenzó recordando qué son los fósiles y cómo se forman. A continuación, reconocieron diferentes tipos de fósiles, es decir, corporales (dientes y huesos), moldes internos, moldes externos e impresiones. También pudieron trabajar las huellas fósiles de dinosaurios carnívoros y herbívoros, a partir de diferentes réplicas. Tras diferenciar de forma táctil las huellas, hicieron una práctica para determinar la información que extraen los icnólogos. Se les facilitó una hoja a cada estudiante con el relieve de un rastro de dinosaurio y mediante cálculos



CONGRESO CIDUI 2025: Docentes de hoy para la universidad de mañana

matemáticos obtuvieron: el tamaño de la huella, la altura de la pata, la longitud de la zancada y si el rastro se corresponde con un dinosaurio que va caminando o trotando.

Tiflosaurios: se trabajaron los dinosaurios (réplicas y fósiles originales), pero con una misión distinta. Bajo el nombre de “TIFLOSAURIO” (de los términos griegos typhlós, que significa ciego y sauros ‘lagarto’) y bajo la orden de ¡PROHIBIDO NO TOCAR! Los participantes estudiaron qué son y qué no son los dinosaurios, en qué era y periodos geológicos vivieron y cómo se extinguieron. A través del tacto de las réplicas de cráneos a escala real y fósiles originales diferenciaron: los diferentes tipos de dinosaurios herbívoros y carnívoros; cómo eran sus dientes y garras; o aquellos que tuvieron plumas de los que evolucionaron las aves actuales.

3) GEOARQUEOLOGÍA (Figura 2D)

Geoarqueología táctil, de la roca al artefacto: actividad realizada en 2021. La geoarqueología se define como la aplicación de métodos y técnicas de la geología para contribuir a dar respuestas y soluciones a las cuestiones y problemas planteados en la arqueología. En concreto, se trabajó el reconocimiento de diferentes rocas como materias primas originales (por ejemplo, obsidianas, sílex y cuarcitas) usadas por los humanos en la antigüedad para la fabricación de herramientas, útiles, adornos, estatuas, es decir, artefactos. Así como las técnicas de elaboración y la funcionalidad en algunos casos. Precisamente, para la identificación de estos materiales, primero sin elaborar y luego elaborados, se adaptó el discurso siempre desde el prisma de las propiedades organolépticas táctiles.

4) EVOLUCIÓN (Figura 2D)

A tientas con la Evolución Humana: actividad desarrollada en dos fechas, 2021 y 2024. El objetivo principal fue aportar al aprendizaje sobre los aspectos básicos de la evolución humana palpando o tocando con las manos (‘a tientas’) para reconocer los diferentes estadios evolutivos a partir de cráneos fósiles, y paralelamente el registro de las herramientas líticas fabricadas en cada uno de los modos o estadios evolutivos.

Los/as participantes pudieron explorar los cambios evolutivos, a través del tacto y de las explicaciones llevadas a cabo por los profesionales encargados de la actividad, ya que se dispuso de réplicas de los cráneos de diferentes especies humanas y de las herramientas líticas asociadas a cada etapa evolutiva. Desde el *Ardipithecus ramidus* hasta el *Homo sapiens*, cada especie representaba un capítulo en la narrativa de nuestra evolución. Por ejemplo, el alumnado pudo reconocer elementos diferenciadores de estas etapas evolutivas, como son los surcos y las crestas de los cráneos, sintiendo las sutiles diferencias. Cada forma, cada prominencia, contaba una historia de adaptación y supervivencia en un mundo en constante cambio.

Las herramientas líticas también desempeñaron un papel crucial en esta actividad. Desde rocas sedimentarias y metamórficas (areniscas y cuarcitas) hasta volcánicas como



CONGRESO CIDUI 2025: Docentes de hoy para la universidad de mañana

el basalto, el sílex y la obsidiana, cada material contaba una historia única sobre la tecnología humana en evolución. Los/as alumnos/as exploraron las texturas y las formas de estas herramientas, imaginando cómo nuestros antepasados las habrían utilizado para cazar, construir y sobrevivir en entornos desafiantes.

CONCLUSIONES

Las actividades desarrolladas y resumidas en este trabajo han tenido como objetivo principal la asimilación de conceptos geológicos, a partir de la adaptación del diseño universal de sus contenidos y materiales, por parte de alumnado con diversidad funcional visual. Para que el aprendizaje fuera más efectivo se ha utilizado sobre todo la percepción táctil, y en menor medida la auditiva e incluso visual en el caso de personas con restos visuales. Para el diseño y la consecución de los objetivos marcados en cada actividad ha sido de gran importancia la presencia de especialistas de la ONCE y en Geología. Hasta la fecha, todo el conjunto de actividades realizados para discentes con diversidad funcional visual, demuestran que es viable, por parte de ellos, asentar conocimientos y asimilar otros nuevos relacionados con la materia mineral, las rocas, los fósiles, etc. bajo metodologías adecuadas y adaptadas. El éxito de todas las actividades, radicó en la comprometida preparación y adaptación de los contenidos, la actitud siempre participativa e interesada de los discentes y la implicación del personal especialista, docente e instituciones.

Las propuestas para futuro es seguir dando continuidad a estas actividades y la incorporación de otros aspectos de la geología como pueden ser los riesgos geológicos, el interior de la Tierra o las esferas del planeta Tierra. Igualmente, hacer llegar estos aspectos a otros colectivos de personas con diferentes diversidades funcionales tales como sordoceguera, síndrome de down, autismo, etc. y, así mismo, que sirva como canal participativo de divulgación y sensibilización para el resto de la ciudadanía.

AGRADECIMIENTOS

Al Grupo de Investigación RNM293 "Geomorfología Ambiental y Recursos Hídricos" de la Universidad de Huelva. Proyectos desarrollados dentro del marco de investigación del VI y VII Plan Propio de Investigación y Transferencia de la Universidad de Sevilla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Bybee, R. (1997). Towards an Understanding of Scientific Literacy. En Graeber, W. & Bolte, C. (Eds) Scientific Literacy. Kiel. IPN.
- García-Frank, A. y Gomez-Heras, M. (2016). Hacia una ciencia accesible. Web <https://www.madrimasd.org/hacia-una-ciencia-accesible>



CONGRESO CIDUI 2025: Docentes de hoy para la universidad de mañana

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, M.S. y del Moral, B. (2014). 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.

Muñiz, F., Romero, A., Martínez, R., Durán, M. V., Narváez, M. J., Lozano, O., Miras, A., y Martín, M. (2018). Mineralogía con tacto. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 26(3), 366-374.

Muñiz, F., Martín-Oria, Durán, M. V., Narváez, M.J., Belaústegui, Z., González-Neira, I., Barba, C., Romero, A. & Callicó, J.M. (2021). El ciclo de las rocas en las manos del alumnado con discapacidad visual. Taller de geología inclusiva «Ahora toca... la roca». *RED Visual: revista especializada en discapacidad visual*, (78), 133-155

Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Almodóvar, G.R., Barrera, J.L., Belmonte, A., Brusi, D., Calonge, A., Cardona, V., Crespo-Blanc, A., Feixas, J.C., Fernández-Martínez, E., González-Díez, A., Jiménez-Millán, J., López-Ruiz, J., Mata- Perelló, J.M., Pascual, J.A., Quintanilla, L., Rábano, I., Rebollo, L., Rodrigo, A. y Roquero, E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21.2, 117-129.