

Dejando huella: divulgación paleontológica para personas con diversidad funcional

Leaving a trace: divulgation of palaeontology to people with functional diversity

Núria Iglesias Álvarez^{1*}, Omid Fesharaki¹, Alejandra García-Frank¹, Laura González Acebrón², Rocío Rico¹, Roselis W. Salazar Ramírez¹, Sara Sacristán², David Martín Perea¹, Daniel Hontecillas³, Rubén García Hernández¹, Miguel Gomez-Heras⁴, Graciela N. Sarmiento¹, M. Belén Muñoz García², Soledad Ureta Gil¹, M. Luisa Canales Fernández¹ y Begoña del Moral⁵

En este trabajo se describe la preparación didáctica y el resultado de la realización de un taller de contenido paleontológico diseñado para un grupo de alumnos con discapacidad intelectual del Centro Ocupacional San Pedro Apóstol de Barajas (Madrid, España). El taller fue diseñado con tres actividades complementarias basadas en las huellas fósiles, la evolución de las extremidades de los équidos y los principales tipos de dentición de los vertebrados. Uno de los objetivos de esta actividad, fue que los participantes tuvieran la oportunidad de aprender ciertos conceptos sobre los seres vivos que habitaron la Tierra en el pasado, pero principalmente se pretendió que, de una forma muy didáctica, empleando fósiles y réplicas de dentición y extremidades de vertebrados, así como imágenes de huellas de diversos animales, utilizaran la lógica para alcanzar sus propias conclusiones sobre los organismos que generaron estos restos. No sólo la percepción de los participantes sobre su experiencia fue positiva, sino que pasado un mes y medio desde su realización, se constató mediante una encuesta que los asistentes recordaban la mayoría de conceptos aprendidos.

Palabras clave: Divulgación, Paleontología, Diversidad funcional, Pensamiento lógico, Material didáctico.

In this paper we describe the didactic preparation and result of carrying out a workshop of paleontological contents designed for a group of people with intellectual disability from the Occupational Centre San Pedro Apóstol of Barajas (Madrid, Spain). The workshop consisted of three supplementary activities based on fossil tracks, the evolution of the equids' limbs and the main dentition types in vertebrates. One of the main objectives of this activity is to teach the participants, in a simple way, about past living beings, using replicas and actual vertebrate dentition and limb fossils, as well as images of animal tracks. In this way they can reach their own reasoned conclusions regarding to the organisms that generated them. Not only the perception of the participants of their experience was positive, but this was confirmed by a survey that showed that a month and a half later, the participants still recall most of the concepts learned in the session.

Key words: Divulgation, Palaeontology, Functional diversity, Logical reasoning, Didactic material.

1. Introducción

La oferta de talleres educativo-divulgativos de contenido fundamentalmente paleontológico para escolares es relativamente amplia, principalmente en las grandes ciudades (ver referencias en Alcalá et al. 2010 a, b; Web 1). Su éxito radica esencialmente en la curiosidad que generan en los niños las extrañas criaturas que poblaron la Tierra en el

pasado, permitiendo introducir en las explicaciones el método científico, el razonamiento, la deducción, y en ocasiones conceptos abstractos más complicados de asimilar. Pero son escasos los talleres lúdicos y/o divulgativos especialmente diseñados para el disfrute del público con diversidad funcional o necesidades educativas especiales, independiente de la edad de los participantes (Hontecillas et al. 2015).

¹Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, c/José Antonio Novais 12, 28040, Madrid. *Email: nuriaglesias@gmail.com

²Departamento de Estratigrafía, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, c/José Antonio Novais 12, 28040, Madrid.

³Dpto. Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC, Madrid.

⁴Universidad Politécnica de Madrid e Instituto de Geociencias (CSIC, UCM), Madrid.

⁵Instituto Geológico y Minero de España, 28760, Madrid.



La actividad que se describe en este artículo se encuadró dentro de las acciones del Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente (PIMCD 31 - 2014) “GEODIVULGAR: Geología y Sociedad” de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Bajo el lema “Geología para todos”, pretende ampliar, reforzar y consolidar conceptos que se incluyen dentro de los programas educativos de los centros de Educación Primaria y Secundaria reglada y Educación Especial con los que colabora, así como dar a conocer la profesión de geólogo y la divulgación de la Geología a todos los públicos, por ejemplo, a través de GeoRutas (García-Frank et al. 2013, 2014b; Hontecillas y Santamaría, 2014; Muñoz-García et al. 2015). Geodivulgar también incluye acciones participativas e innovadoras de divulgación de la Geología y de conservación de la naturaleza abiótica dirigidas a personas con diversidad funcional y/o necesidades educativas especiales.

Este equipo está formado por profesores, estudiantes y personal técnico de la UCM, de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y por profesionales e investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). El apoyo de pedagogos, educadores, trabajadores sociales, psicólogos y maestros de manualidades favorece una correcta transmisión de los contenidos científicos planteados en cada actividad.

Las personas con diversidad funcional representan el 10% de la sociedad y no pueden ser excluidas de los programas de divulgación científica. La necesidad de favorecer su participación en ellos mediante el acceso a material cultural científico adaptado condujo a la creación en 2014 de la asociación “Ciencia Sin Barreras”, cuyo propósito es fomentar la divulgación inclusiva de la ciencia. Uno de los retos principales de Geodivulgar y de Ciencia Sin Barreras, es la preparación y desarrollo de talleres y actividades con un diseño universal, aptos para cualquier persona, realizando cuando es necesario ajustes razonables que permitan la accesibilidad, ejercicio y goce de la actividad en igualdad de condiciones con las demás personas, garantizando así los derechos humanos fundamentales a la educación y a la cultura en todos sus ámbitos, reconocidos tanto en la Declaración Universal de Derechos Humanos, (Naciones Unidas, 1948) como en la Convención sobre los Derechos de las Personas con discapacidad (Naciones Unidas, 2006).

El objetivo principal del presente trabajo es mostrar el diseño, desarrollo y evaluación de un taller didáctico para fomentar el pensamiento lógico y deductivo a través de un contenido paleontológico. Mediante explicaciones sencillas pero rigurosas, de cómo se forman las icnitas, sin el uso de tecnicismos (por ejemplo; epirrelieve, litificación, etc.), se pretendió que los participantes fueran capaces de identificar qué animal produjo la huella, el sentido de movimiento, la cantidad de seres diferentes que han pasado por un determinado lugar, el número de extremidades de los mismos o de comprender su envergadura. Como apoyo también se preparó una actividad para mostrar los distintos tipos de dentición de los vertebrados y



Figura 1. Preparación de material didáctico para la actividad “¿Qué te cuentan mis huellas?”

su relación con la dieta y el paleoambiente, y otra para enseñar la evolución de las extremidades de los équidos y su relación con el hábitat y los modos de vida. Otro objetivo, no menos importante, es el aspecto social de la actividad para garantizar el acceso a la cultura científica a personas que tradicionalmente son excluidas de este tipo de programas. Para evaluar la adecuación de los contenidos y comprobar si el aprendizaje fue significativo, se realizó una encuesta a los participantes una vez concluidas las actividades.

Las actividades descritas en este trabajo fueron diseñadas para un grupo de personas pertenecientes al Centro Ocupacional San Pedro Apóstol de Barajas (Madrid), de edades comprendidas entre los 25 y 60 años y con un nivel de discapacidad intelectual superior al 65% (ver características del grupo en De la Ossa et al. 2012). Estas personas han participado anteriormente en actividades de la Semana de la Ciencia y Jornadas de Puertas Abiertas en el yacimiento paleontológico de Somosaguas (Madrid), como parte de las actividades de divulgación que se realizan desde el Proyecto Somosaguas de Paleontología, y por el Equipo de Introducción a la Investigación GeoPaleoBiológica en Somosaguas (EIIGPBS), equipos pioneros en realizar talleres dirigidos a personas con necesidades educativas especiales en Madrid (Castilla et al. 2006; Benítez López et al. 2009; Fesharaki et al. 2012). El interés suscitado por este tipo de actividades entre los participantes quedó reflejado en la realización por parte de alumnos de este centro de un diorama de la flora y fauna del Mioceno del mencionado yacimiento en 2012. Los aspectos metodológicos y los resultados de la experiencia se recogen en el trabajo de De la Ossa et al. (2012). Este trabajo fue posteriormente presentado al Concurso Internacional de Divulgación “Ciencia en Acción 2014”, y obtuvo el Primer Premio *Ex Aequo* en la categoría de Trabajos de Divulgación Científica, Método Científico y Pensamiento Crítico. Este



Figura 2. Ficha correspondiente a la actividad previa realizada con los alumnos del Centro San Pedro Apóstol.

premio junto al primer premio obtenido en el citado certamen por el trabajo de García-Frank et al. (2014b), sobre actividades en el Centro de Educación Especial María Corredentora de Madrid, suponen un reconocimiento externo a la labor realizada por los integrantes de los proyectos mencionados.

2. Metodología

2.1. Materiales

En la divulgación científica, y en este caso, para la divulgación de la paleontología, la utilización de recursos didácticos atractivos que permitan la transmisión de conocimiento de una manera

eficaz es esencial, así como el empleo de materiales de bajo coste y accesibles. El material utilizado en este taller incluye moldes de las extremidades de distintas especies de équidos fósiles, réplicas de fósiles y ejemplares actuales de cráneos, mandíbulas y piezas sueltas de distintos carnívoros, herbívoros y omnívoros, junto con réplicas de icnofósiles (galerías, coprolitos), préstamo de las colecciones del Departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCM, del Proyecto Geodivulgar, de la Asociación Ciencia Sin Barreras y de material cedido por Omid Fesharaki. Como material complementario se han empleado fichas elaboradas por los autores, que incluyen imágenes de pisadas de distintos animales e ilustraciones que



ejemplifican las diversas formas de apoyar las extremidades de animales seleccionados y de humanos durante la realización de diferentes actividades locomotoras (ejemplos de bailarinas de ballet, corredores o futbolistas). Otros materiales empleados para el desarrollo del taller consisten en: pasta de sal -harina, sal y agua-, dinosaurios y serpientes de plástico, un autobús de juguete, pintura no tóxica para manualidades, acetato, tijeras, pinceles y papel continuo. En una porción de papel continuo varios voluntarios realizaron impresiones de sus pies y manos con pintura, y en otra se pintaron huellas y rastros de distintos animales con la ayuda de plantillas de acetato (Figura 1).

La subdivisión de los asistentes en pequeños grupos incentiva la participación e interacción entre alumnos y monitores, facilitando que las explicaciones estén adaptadas a la formación previa y edad de los participantes, procurando que la exposición de los conceptos científicos se haga de manera sencilla y con lenguaje cercano. El reducido número de alumnos por monitor también permite que se planteen dudas y que puedan ser resueltas, resultando en un aprovechamiento máximo del taller con la aclaración de conceptos que pudieran haberse dado por conocidos. Como es evidente, la metodología de las actividades docentes y divulgativas destinadas a personas con diversidad funcional tiene una serie de peculiaridades, directamente relacionadas con la adaptación a sus capacidades (Gomez-Heras et al. 2014). Así, para las personas con discapacidad cognitiva, las actividades multisensoriales, es decir, basadas en la estimulación de varios sentidos simultáneamente, mejoran el proceso de aprendizaje de estas personas que presentan dificultades en la adquisición de conceptos (García-Frank et al. 2014b).

2.2. Secuenciación de actividades realizadas

En primer lugar, los coordinadores de la actividad, llevaron a cabo una prueba previa en el Centro Ocupacional San Pedro Apóstol para preparar los contenidos que se tratarían posteriormente en el taller práctico, realizado en la UCM unos días después. Por último, se efectuó una encuesta transcurridos mes y medio desde la actividad para poder evaluar los resultados del taller.

En la actividad previa, tras explicar cómo se forman las huellas fósiles, los alumnos rellenaron individualmente una ficha (Figura 2) donde había impresas huellas de distintos animales a distintas escalas y una serie de cuestiones que permitieran estimular capacidades de observación y deductivas, como identificar el número de huellas diferentes, si indicaban movimiento o posición estática, la dirección de movimiento, el número de extremidades (bípedos, cuadrúpedos) y de dedos; y finalmente intentasen asignar las huellas a un determinado animal. A continuación, los alumnos se dividieron en pequeños grupos donde cada uno de ellos tuvo la oportunidad de explicar oralmente al grupo las conclusiones a las que había llegado, y abrir una ronda de debate al respecto.



Figura 3. Cuestionario propuesto a los alumnos del Centro San Pedro Apóstol transcurridos 45 días de la actividad.

La segunda fase, realizada en el Departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid, consistió en un taller de paleontología en el marco de la Semana de la Ciencia 2014 (ver descripción en el siguiente apartado).

Finalmente, pasados mes y medio de la realización de este taller se pasó un cuestionario a los participantes para poder evaluar la persistencia del conocimiento respecto a las actividades realizadas. Se pidió que relacionaran diversas huellas con los animales que las produjeron, que indicaran con una flecha el sentido de movimiento de los animales y por último el número de extremidades que apoyaban para desplazarse (Figura 3).

3. Desarrollo del taller

Para favorecer la participación conforme a los objetivos del taller, el grupo formado por 16 alumnos se subdividió de la siguiente manera: la mitad de los alumnos comenzó con la



Figura 4. Detalle de la actividad “¿Qué te cuentan mis patas?”

actividad “¿Qué te cuentan mis huellas?”, mientras que la otra mitad se subdividió para hacer lo propio con las actividades “¿Qué te cuentan mis patas?” y “¿Qué te cuentan mis dientes?”. Estos dos últimos subgrupos permutaron de actividad transcurridos 30 minutos. Tras un descanso, necesario para mantener la atención y motivación, los alumnos que hicieron la actividad de las huellas se subdividieron para rotar por las otras dos actividades, y los que hicieron las actividades de las patas y dientes se reunieron en un solo grupo para realizar la de las huellas.

La ratio alumnos/monitores fue de 2/1 durante toda la actividad, ya que intervinieron 8 monitores por parte de Geodivulgar (especialistas en Geología y Biología) y otros 3 por parte del Centro San Pedro Apóstol (psicóloga, trabajadora social y maestro de taller).

3.1. Actividad “¿Qué te cuentan mis patas?”

Esta actividad tenía como objetivo la explicación de la evolución de los seres vivos relacionada con sus cambios

anatómicos y la adaptación al medio. Para comenzar se explicó que los seres vivos han ido cambiando (evolucionando) a lo largo de la historia de la vida, y que estos cambios permiten a los paleontólogos deducir cómo vivían estos animales y reconstruir cómo era el medio en el que lo hacían. Como ejemplo se utilizó la evolución de las patas de los équidos, los primeros (formas basales) apoyaban los 5 dedos al desplazarse, posteriormente 3 y en la actualidad un único dedo, acompañado de un aumento de su tamaño, fuerza y velocidad (Figura 4). Como refuerzo para la explicación de la carrera, y el mayor o menor apoyo de los pies en relación con la velocidad, se recurrió a fotografías previamente seleccionadas de atletas para comprobar cómo apoyan los pies los deportistas de distintas disciplinas -marcha, maratón y velocistas- y se animó a los participantes a realizar pequeñas carreras para que ellos mismos experimentasen la diferencia.

Figura 5. Detalles de la actividad “¿Qué te cuentan mis dientes?”: a) Participantes y uno de los coordinadores del taller posando junto a un cráneo de dinosaurio; b) Participantes deduciendo tipos de dieta en función de las distintas características de la dentición de macromamíferos.



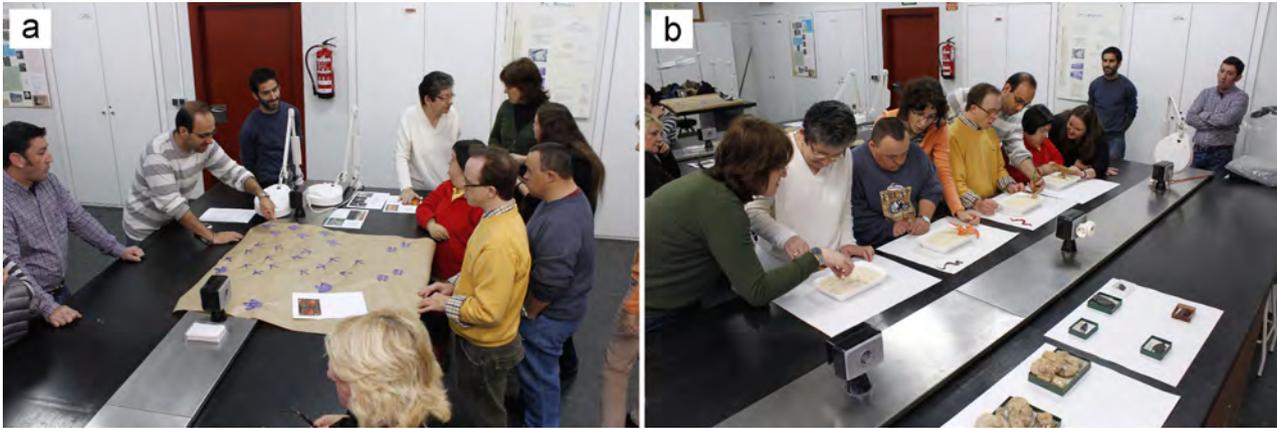


Figura 6. Desarrollo de la actividad “¿Qué te cuentan mis huellas?”: a) Apoyo gráfico en la interpretación de huellas de animales; b) Experiencia de dejar huellas en pasta de sal utilizando dinosaurios de juguete y con sus propias manos.

3.2. Actividad “¿Qué te cuentan mis dientes?”

En esta actividad el objetivo era la identificación de los tres tipos fundamentales de dentición y su relación con la dieta. En primer lugar se explicó que la forma de los dientes de los vertebrados está en gran medida condicionada por el tipo de alimento que ingieren, y que ésta ha ido evolucionando, especializándose, desde la aparición de los primeros vertebrados. Como ejemplo de vertebrado “primitivo”, con todos los dientes de la misma forma (homodontos) se citó a los dinosaurios. Con la ayuda de una réplica de cráneo de dinosaurio carnívoro (Figura 5a) se explicó que sus dientes puntiagudos en forma de cono y arqueados hacia atrás eran adecuados para desgarrar la carne de sus presas, pero no lo eran para masticar. Como comparación se mostraron los dientes de los mamíferos, que tienen distintas formas en función de la posición en la mandíbula/maxilar, especializados para realizar distintas funciones (heterodontos). Se observaron las muestras de denticiones para distinguir tres tipos fundamentales de alimentación en los macromamíferos (Figura 5b). Los carnívoros tienen dientes puntiagudos y cortantes, los herbívoros tienen dientes cuya parte superior (cara oclusal) es plana y con distintos dibujos, y los omnívoros presentan molares con cúspides y valles que se adaptan a ambas situaciones. Por último, se compararon los dientes de una réplica de cráneo de *Australopithecus afarensis* con los de nuestra especie. Al final de esta actividad, los participantes clasificaron las denticiones separando carnívoros, herbívoros y omnívoros.

3.3. Actividad “¿Qué te cuentan mis huellas?”

Esta actividad constituía el núcleo del taller, ya que los conceptos básicos desarrollados en las otras dos actividades les eran familiares por haber sido tratados en anteriores talleres durante sus visitas al yacimiento paleontológico de Somosaguas (Castilla et al. 2006). En esta actividad se perseguía que mediante un pensamiento lógico-deductivo, los participantes fueran capaces de obtener información a través de la observación de restos fósiles no esqueléticos. La actividad se dividió en dos

partes. En la primera parte se explicó que un ser vivo no tiene necesariamente que morir para que se produzca un fósil, puesto que, cualquier resto de su actividad, como pueden ser pisadas, rastros o excrementos, son susceptibles de fosilizar. Utilizando como recurso didáctico las hojas de papel continuo con impresiones de huellas (Figura 6a), se pidió a los participantes que identificaran las huellas de los distintos animales y el número de extremidades que tenían. Mediante preguntas dirigidas se pretendió que ellos mismos averiguasen si estaban en posición estática o se movían, discutiendo el sentido en el que lo hacían, y que las huellas de las extremidades que se encontraban más separadas podían corresponder a animales de mayor envergadura, con mayor longitud de zancada. Paralelamente se hicieron preguntas relacionadas con la etología de las huellas (ver si correspondían a desplazamiento, alimentación, etc.). Se preguntó por el posible origen de unos rastros continuos para que reconocieran unas marcas producidas por una serpiente, que se arrastra para desplazarse al carecer de extremidades, otra que correspondía a las ruedas de un autobús de juguete y un ejemplo de unas huellas de ave que indicaban diversas direcciones en un espacio muy reducido y que podrían estar relacionadas con su modo de alimentación (picoteo). Además, se explicó que a veces un mismo organismo puede generar diferentes tipos de huellas, por ejemplo, si un humano anda descalzo o con botas, o sobre un sustrato blando o uno duro.

En la segunda parte de la actividad se proporcionó a los alumnos unos dinosaurios de plástico para que ellos hicieran sus propias huellas en una masa de pasta de sal (Figura 6b), lo que permitió reforzar las ideas de que se necesita un sustrato adecuado para que las huellas se produzcan, que éste debe endurecerse para que se conserven, y que los animales más voluminosos y pesados dejarían marcas más profundas que los menos pesados, trabajando así el concepto de consistencia del sustrato asociado a las biofacies. Se aprovechó la misma pasta de sal para que cada participante dejase las huellas de sus dedos y manos. Para finalizar esta actividad, se resumieron los contenidos básicos de la actividad, haciendo hincapié en la

importancia de la conservación y el respeto hacia el patrimonio paleontológico por la gran cantidad de información del pasado que proporciona a los especialistas.

4. Resultados

Durante la actividad previa al desarrollo de este taller, como único material didáctico se empleó una ficha con imágenes de seis tipos de huellas distintas y una serie de preguntas (Figura 2). La primera pregunta versaba sobre lo que se veía en los dibujos, las dos siguientes consistían en que identificaran y relacionaran las huellas con el animal que las pudo producir. Todos los participantes realizaron de manera correcta estos ejercicios. Tampoco tuvieron dificultad en contestar a la cuarta pregunta, que consistía en identificar qué huellas habían sido producidas por animales bípedos y cuales por cuadrúpedos. En la quinta pregunta debían indicar si las distintas huellas se debían a animales en movimiento o en posición estática, sólo algunos participantes tuvieron dificultad en identificar la posición estática inferida a partir de una pareja de huellas humanas aisladas. La sexta pregunta consistía en averiguar el sentido de movimiento del animal a través de sus huellas, salvo en el caso de los pájaros, en la que muchos indicaron el opuesto, no encontraron dificultad en indicar el sentido correcto del resto de las huellas. De nuevo todos contestaron acertadamente a la séptima y última pregunta, el número de dedos que apoyaban en cada pata al desplazarse los animales.

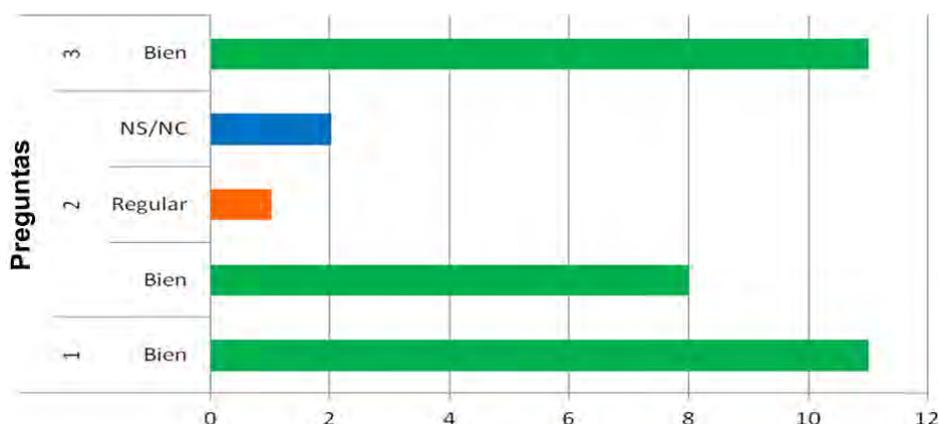
En cuanto a los resultados observados durante el taller, se comprobó que los alumnos fueron capaces de inferir el tamaño/envergadura del animal a partir de sus extremidades, y su relación con la zancada y la velocidad (Figura 4). Aunque tuvieron mayor dificultad en relacionar tamaño y velocidad de los animales con el tipo de ambiente en el que habitaron. Sin apenas explicación previa, puesto que recordaban los conceptos al haber trabajado con denticiones en anteriores talleres, agruparon sin dificultad las muestras respecto a los distintos hábitos alimenticios (Figura 5b). La actividad de las huellas supuso una novedad que asimilaban perfectamente. No encontraron dificultad en distinguir las huellas continuas (rastros) dejadas por animales carentes de extremidades, de las pisadas discontinuas, ni en inferir el número

de extremidades que tendrían los que producían estas últimas. En esta ocasión, las huellas de pájaros no condujeron a la confusión respecto al sentido de desplazamiento como sí ocurrió durante la actividad previa. Los alumnos no identificaron los rastros de un autobús de juguete. La experiencia de hacer huellas en la pasta de sal sirvió para que comprobasen la importancia de la consistencia del sustrato para la conservación de las icnitas, y para inferir que la profundidad y distancia entre las huellas son dependientes del peso y envergadura del animal. Comprendieron el proceso de fosilización de elementos no esqueléticos como son los icnofósiles. También se observó la gran predisposición y motivación durante la realización del taller a través de la participación activa de los alumnos, que debatieron entre ellos y con los monitores sobre distintos conceptos trabajados durante la actividad. Algunos incluso ayudaron a sus compañeros a realizar las actividades y mostraron la confianza suficiente para explicarles determinadas ideas, favoreciéndose la elevación de la autoestima de los participantes.

Con el objetivo de evaluar la adecuación de los contenidos y comprobar si el aprendizaje fue significativo, transcurrido un mes y medio de la realización de los talleres en la Universidad, los alumnos del Centro San Pedro Apóstol realizaron un cuestionario sobre los contenidos trabajados en los talleres. Las preguntas se muestran en la Figura 3 y las respuestas se recogen en la Figura 7. En la primera pregunta se pedía que relacionaran una serie de huellas con los animales que las pudieron producir, y todos los participantes lo hicieron de manera correcta. La segunda pregunta consistía en que dibujaran una flecha que indicase el sentido de movimiento de los animales que no se encontraran en posición estática, el 82% contestó de manera correcta, el 18% restante dejó en blanco la pregunta. En la tercera se preguntaba por el número de extremidades que apoyaban los animales y el 100% de los participantes distinguieron bien entre bípedos y cuadrúpedos. En el cuestionario también se incluyó una breve encuesta de satisfacción, en el que al preguntar sobre la disposición a continuar realizando talleres geológico-paleontológicos la respuesta afirmativa fue cercana al 95%.

5. Discusión

Figura 7. Resultados de los cuestionarios de los participantes del Centro San Pedro Apóstol. Abreviatura: NS/NC = No sabe/ No contesta. Preguntas: (1) Relacionar animal con las huellas que produce; (2) Indicar sentido de movimiento (3) ¿Cuántas patas/piernas apoyan al andar? El cuestionario fue realizado por 11 alumnos.





Los resultados obtenidos en las actividades planteadas sugieren que no sólo se ha logrado transmitir una serie de conocimientos sobre historia de la Tierra y de los seres vivos, sino que también se estimuló la utilización de la lógica para resolver los problemas propuestos y el hablar en público para expresar sus conclusiones, lo que supuso una mejora en la autoestima de los participantes. Pese a que resulta difícil evaluar el grado de comprensión de los conceptos más abstractos, las respuestas de los participantes a los cuestionarios que se facilitaron durante la introducción al taller llevada a cabo en el Centro San Pedro Apóstol, y pasados mes y medio de su realización, han servido para analizar si la metodología seguida es efectiva para que el aprendizaje de conceptos científicos perdure en el tiempo (Figura 7). Estos cuestionarios también sirvieron para conocer que habían interiorizado los conceptos trabajados al ser capaces de responder correctamente a las preguntas sin una explicación previa. Por tanto, nuestra experiencia en la realización de sucesivos talleres para asentar conocimientos se demuestra efectiva. Por ejemplo, en la introducción previa al taller, los alumnos del San Pedro Apóstol, encontraron dificultad en reconocer las huellas de pájaro y en inferir el sentido de movimiento a través de ellas, tal vez porque éstas recuerdan a flechas que apuntan precisamente al sentido opuesto (Figura 2). Durante el taller no se produjo esta confusión, gracias a la experiencia previa y al material gráfico de apoyo (Figura 6a).

A la luz de estos datos, el método y los materiales multisensoriales empleados han sido esenciales para la transmisión de conocimiento paleontológico a los participantes, que han tenido que utilizar un razonamiento lógico-deductivo para la resolución de los problemas planteados. Los materiales multisensoriales son de gran ayuda para transmitir conocimiento a cualquier persona, pero el tiempo que necesita cada una de ellas para comprenderlo y asimilarlo es diferente, en especial en el caso de personas con diversidad funcional (García-Frank et al. 2014a). El refuerzo de los conceptos a lo largo de actividades que se repitan en el tiempo junto a la utilización de distintos materiales y técnicas didácticas es imprescindible para que el conocimiento adquirido por parte de personas con discapacidad intelectual perdure en el tiempo.

Por otro lado, el diseño universal de estas actividades permite que puedan ser planteadas a cualquier colectivo simplemente adaptando el discurso a la audiencia. El uso de kits portátiles previamente elaborados con distintos materiales geológicos, -minerales, rocas y fósiles-(García-Frank et al. 2014a) permite apoyar y diversificar las explicaciones con ejemplos que se pueden manipular dando el tiempo necesario a cada participante para su comprensión y asimilación.

Creemos adecuada la metodología didáctica empleada en la elaboración de los cuestionarios, sin embargo, opinamos que se pueden mejorar ciertos aspectos a raíz de los resultados. Por ejemplo que las huellas impresas mantengan escalas proporcionales entre sí, no como en la ficha empleada (Figura

2), e intentar dejar muy claro que hay especies que nunca han coexistido. El hecho de que algunas preguntas se dejaran en blanco puede deberse a que las fichas no tuvieran un diseño adecuado por no ser lo suficientemente intuitivas.

El tamaño del grupo en relación al número de monitores también ha sido importante para la obtención de estos resultados favorables, puesto que cuanto menor es, se puede prestar mayor atención individualizada, y si es necesario modificar el discurso para promover la atención y estimular la participación.

Tampoco hay que olvidar la gran contribución que supone al equipo el hecho de que sea multidisciplinar y esté formado por geólogos, biólogos, pedagogos, educadores, trabajadores sociales, psicólogos y maestros de manualidades.

6. Conclusiones

La experiencia descrita en este trabajo es novedosa porque por primera vez no se limita a ser una explicación directa o un ejercicio de manipulación, sino que busca la asimilación de conceptos paleontológicos abstractos mediante el ejercicio de la lógica. Para ello ha sido crucial adaptar la forma de divulgar a las necesidades del grupo de alumnos del Centro Ocupacional San Pedro Apóstol. Para este grupo se ha utilizado un lenguaje directo y sin tecnicismos, además de ampliar el tiempo de cada taller y las repeticiones periódicas para el refuerzo de los conceptos enseñados. Para el diseño y la consecución de los objetivos marcados en esta actividad ha sido de gran importancia que el equipo organizador sea multidisciplinar.

Las actividades propuestas potencian el desarrollo del talento y la creatividad de los participantes, al igual que despiertan el interés por los seres vivos del pasado, lo que supone un enriquecimiento personal. Además, los conocimientos y destrezas que han adquirido perduran en el tiempo como demuestran los cuestionarios realizados pasadas varias semanas.

Finalmente, para los monitores, estas experiencias han supuesto una mayor toma de conciencia respecto a la diversidad funcional, y han incentivado la programación de nuevos talleres en el futuro. La motivación, capacidades y aportaciones de las personas que han participado en la actividad han ayudado en la lucha contra los estereotipos y ha supuesto un aliciente para continuar con la divulgación de la Geología y la Paleontología a cualquier persona dispuesta a conocer el presente y pasado de nuestro planeta Tierra.

Agradecimientos

Los autores queremos agradecer su participación y colaboración a los alumnos y educadores del Centro San Pedro Apóstol, así como a las personas e instituciones que han prestado las muestras utilizadas en la actividad y al Departamento de Paleontología de la UCM por cedernos el espacio para la realización de los talleres. Agradecemos a Miguel Ángel de Pablo y Begoña Poza la revisión crítica del manuscrito que ha mejorado notablemente su versión definitiva. Agradecemos a

Carlos Alonso su predisposición a colaborar en las labores de fotografiado. Este trabajo ha sido financiado en el marco del PIMCD nº 31 (2014) *Geodivulgar: Geología y Sociedad de la UCM*.

Bibliografía

- Alcalá L, González A y Luque L (2010a) Los talleres paleontológicos como recurso didáctico interactivo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 18(1): 119-124.
- Alcalá L, González A y Luque L (2010b) Talleres paleontológicos como recurso en la enseñanza de la Geología y la Biología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 18(2): 216-221.
- Benítez-López G, Fesharaki O, Gómez Cano AR y Pérez de los Ríos M (2009) Equipo de Introducción a la Investigación GeoPaleoBiológica en Somosaguas: Un nuevo enfoque para el aprendizaje de la investigación. *Paleolusitana, Revista de Paleontología e Paleocología*, 1: 105-114.
- 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): 290-296.
- Fesharaki O, Torices A, García Yelo BA, Tejedor-Navarro N, de la Ossa L and Hernández Fernández M (2012) The Somosaguas Palaeontology Project: An envision of Nieves López Martínez for linking science and society. *Spanish Journal of Palaeontology*, 27(2): 83-92.
- García-Frank A, Canales ML, Gómez-Heras M, González Acebrón L, Hontecillas D, Del Moral B, Muñoz-García MB y Sarmiento GN (2013) Geodivulgar: una nueva experiencia para la divulgación de la Geología entre alumnos con necesidades educativas especiales por discapacidad intelectual, en: Rábano I, Rodrigo A (Eds.), *XX Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 124-125 pp.
- García-Frank A, Gómez-Heras M, Gonzalo Parra L, Canales Fernández ML, Muñoz García MB, González-Acebrón L, García Hernández R, Hontecillas D, Iglesias Álvarez N, Salazar Ramírez RW, Fesharaki O, Navalpotro T, Reviejo M, Rodrigo Sanz, A, del Moral B, Sarmiento GN y Ureta S (2014a) Ready-to-serve Geology! Portable kits for scientific divulgation to people with functional diversity, en: Gómez Chova L, López Martínez A, Candel Torres I (Eds.), *ICERI 2014 Proceedings, IATED Academy*, Sevilla (España), 4666-4672 pp.
- García-Frank A, Pérez Barroso R, Espín Forjan B, Benito Manjón P, De Pablo Gutiérrez L, Gómez-Heras M, Sarmiento GN, Canales Fernández ML, González Acebrón L, Muñoz García MB, García Hernández R, Hontecillas D, Ureta Gil S y del Moral B (2014b) Divulgación de la Geología: nuevas estrategias educativas para alumnos con necesidades educativas especiales por discapacidad intelectual: *Serie El CSIC en la Escuela. Investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España), 10: 56-67.
- Gómez-Heras M, Gonzalo L, García-Frank A, Sarmiento G N, González L, Muñoz MB, García R, Hontecillas D, Ureta S y Canales ML (2014) Geología para sordociegos: una experiencia multisensorial para la divulgación de la ciencia. *Serie El CSIC en la escuela: investigación sobre la enseñanza de la ciencia en el aula* Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España), 10: 45-55.
- Hontecillas D, García Hernández R, Iglesias Álvarez N, Gonzalo Parra L, García-Frank A, Gomez-Heras M, Fesharaki O, Sarmiento GN, González Acebrón L, Muñoz García MB, Ureta Gil S y Canales Fernández ML (2015) “¡Se toca pero no se mira!”: experiencia multisensorial para la divulgación de la geología para personas con sordoceguera (en este volumen del XIII EJP).
- Hontecillas D y Santamaría A (2014) GeoRuta por el Campus de Moncloa. Geodivulgar. Departamento de Paleontología. Publicaciones de la Universidad Complutense de Madrid, 54.
- Muñoz-García MB, González-Acebrón L, García-Frank A, Pérez Barroso R, Espín Forjan B, Benito Manjón P, de Pablo Gutiérrez L, Gomez-Heras M, Canales Fernández ML, Sarmiento Chiesa GN, Ureta Gil S y del Moral González B (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): (en prensa).
- Naciones Unidas (1948) Declaración Universal de los Derechos Humanos. Asamblea General de las Naciones Unidas, Resolución 217 A (III), París.
- Naciones Unidas (2006) Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad [A/RES/61/106], Nueva York.
- Web 1: Taller para alumnos de primaria IGME: <http://www.igme.es/ZonaInfantil/visitasTaller.htm>

XIII ENCUENTRO
DE JÓVENES INVESTIGADORES
EN PALEONTOLOGÍA
CERCEDILLA, 2015



Current trends in Paleontology and Evolution

XIII EJIP · CONFERENCE PROCEEDINGS



Current Trends in Paleontology and Evolution

Libro de resúmenes / Conference proceedings

XIII Encuentro en Jóvenes Investigadores en Paleontología (XIII EJP)

XIII Meeting of Early-Stage Researchers in Paleontology (XIII EJP)

Cercedilla, 15 - 18 de Abril de 2015

Laura Domingo, M. Soledad Domingo, Omid Fesharaki, Blanca García Yelo, Ana Rosa Gómez Cano, Verónica Hernández-Ballarín, Daniel Hontecillas, Juan L. Cantalapiedra, Paloma López Guerrero, Adriana Oliver, Jonathan Pelegrín, Miriam Pérez de los Ríos, María Ríos, Óscar Sanisidro & Alberto Valenciano (Editors)

Designed by Juan L. Cantalapiedra and Óscar Sanisidro

"LEGO, el logotipo de LEGO y la Minifigura son marcas comerciales del Grupo LEGO. ©2015 The LEGO Group"

ISBN 978-84-606-7282-1

Current Trends in Paleontology and Evolution

XIII EJIP · CONFERENCE PROCEEDINGS

Laura Domingo, Soledad Domingo, Omid Fesharaki, Blanca García Yelo, Ana Rosa Gómez Cano, Verónica Hernández-Ballarín, Daniel Hontecillas, Juan L. Cantalapedra, Paloma López Guerrero, Adriana Oliver, Jonathan Pelegrín, Miriam Pérez de los Ríos, María Ríos, Óscar Sanisidro & Alberto Valenciano
(Eds.)





ORGANIZAN:



PATROCINAN:

