

UNA EXPERIENCIA EDUCATIVA DE CIENCIAS DE LA TIERRA EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA: EXCURSIÓN GEOLÓGICA AL PARQUE ECOLÓGICO LA HUASTECA, NUEVO LEÓN, MÉXICO

Igor Ishi Rubio-Cisneros

Centro de Estudios Parlamentarios, Universidad Autónoma de Nuevo León, Biblioteca Universitaria Raúl Rangel Frías, Av. Alfonso Reyes 400, Niños Héroes, Regina, 64290, Monterrey, Nuevo León.

GeoNetwork of Latin-American German Alumni (GOAL).

igor_rubio@yahoo.com

RESUMEN

El texto presenta la experiencia de una práctica de campo al Parque Ecológico la Huasteca en Nuevo León, con orientación al conocimiento de las Ciencias de la Tierra dirigida a estudiantes de educación básica, bilingüe y privada. Se destaca la importancia de las excursiones para vincular a los estudiantes con la naturaleza y la geología del entorno acompañados por un guía geólogo. Este trabajo les permite a los estudiantes una mejor integración de los conceptos aprendidos en el aula y en una práctica de campo. El programa NGSS-Next Generation Science Standards sirvió de marco de enseñanza para los conceptos del entorno natural, los procesos geológicos y la importancia de la conservación ambiental. Se llevaron a cabo actividades grupales para cumplir con el objetivo educativo y para practicar el sentido de orientación mediante el uso de la brújula, la observación directa de los elementos naturales y su comparación con gráficos y muestras de rocas. El ejercicio descriptivo ayudó a los estudiantes a comprender cómo se forman las montañas, qué tipos de rocas existen, cómo es la erosión en un valle y dónde se ubica uno de los acuíferos que abastece al área metropolitana de Monterrey.

Palabras clave: Excursión geológica, parque ecológico, guía geólogo, noreste de México.

ABSTRACT

The text presents the experience of a field practice at the Huasteca Ecological Park in Nuevo León, with an orientation to knowledge of the Earth Sciences aimed at students of basic, bilingual, and private education. The importance of excursions is highlighted to link students with nature and the geology of the environment, accompanied by a geologist guide. This work enables students to better integrate the concepts learned in the classroom and in field practice. The NGSS-Next Generation Science Standards program served as a teaching framework for concepts of the natural environment, geological processes, and the importance of environmental conservation. Group

activities were carried out to meet the educational objective and to practice the sense of orientation through the use of the compass, direct observation of natural elements, and their comparison with graphs and samples of rocks. The descriptive exercise helped students understand how mountains are formed, what types of rocks exist, what erosion is like in a valley, and where one of the aquifers that supply the metropolitan area of Monterrey is located.

Keywords: Geological excursion, ecological park, geologist guide, northeastern México.

INTRODUCCIÓN

Las excursiones de campo son una valiosa alternativa educativa para el aprendizaje fuera del aula. Estas excursiones ofrecen la oportunidad de conocer de primera mano elementos naturales con características complejas que a veces resultan difíciles de explicar de manera teórica. Durante las salidas al campo es posible enriquecer las observaciones y descripciones del entorno físico mediante el uso de herramientas de medición, así como a través de métodos didácticos como gráficos y representaciones esquemáticas (Lillie, 2005).

Las ciencias de la Tierra, geociencias y geología estudian muchas de las manifestaciones de los diferentes procesos físicos en el planeta, cómo esculpen su superficie (p. ej., la erosión) y cómo se distribuyen sus recursos y los fenómenos naturales (Tarbuck y Lutgens, 2008). La comprensión de la complejidad de los sistemas terrestres depende de las estrategias que empleen los profesores para comunicarse de manera clara y coherente con los alumnos (Reynolds *et al.*, 2019). Este trabajo no pretende ser un guión museográfico al aire libre de estructuras geológicas del paisaje, pero sí expone algunos de los elementos esenciales para guiar al docente en la descripción del entorno físico mediante conceptos y herramientas.

Para los estudiantes de tercero a quinto año de primaria, los acercamientos al ambiente natural favorecen el desarrollo de su campo visual al observar las formaciones naturales del paisaje, dibujando bocetos y escuchando las palabras de un guía geólogo. La experiencia de una salida programada al Parque Ecológico La Huasteca el 14 de febrero de 2023, hizo posible desarrollar una modalidad de aprendizaje en campo y el uso de herramientas didácticas en la educación bilingüe de las ciencias naturales. Las ventajas del objetivo general para trabajar con los estudiantes fueron: (1) ayudarles a mejorar su atención, (2) desarrollar su capacidad de observación del entorno que les rodea y (3) mostrarles con ejemplos naturales en qué medida influye la geología en lo que vemos del paisaje.

Para cumplir con los objetivos se desarrollaron actividades grupales para ubicar los puntos cardinales con la brújula, la observación directa de los elementos naturales, su comparación con esquemas y muestras de rocas. El ejercicio demostrativo ayudó a los estudiantes a comprender cómo se forman las montañas por plegamiento, cuáles son algunos tipos de rocas existentes en el sitio, cómo luce un pliegue erosionado hasta formar un valle y qué rocas forman un acuífero.

El nivel de conocimiento para esta actividad necesita una simplificación de los conceptos científicos acorde al nivel de enseñanza básica de primaria. Las manifestaciones del paisaje natural y las interpretaciones del guía geólogo sirvieron para reforzar el contenido de aprendizaje adquirido en el aula. Los conceptos geológicos para la formación de montañas (c.f., orogenia), la deformación por plegamiento de la corteza y la erosión de la superficie fueron aclarados a los alumnos durante la excursión; estos procesos están comprendidos en una escala de tiempo geológico en millones de años.

UBICACIÓN Y GENERALIDADES GEOLÓGICAS DEL PAISAJE

La Sierra Madre Oriental, ubicada en el noreste de México en la región de Monterrey (Figura 1), es un lugar excepcional de renombre mundial para observar la geología de rocas, las cuales se formaron hace decenas de millones de años (Ma) en el planeta. El anticlinal de Los Muertos, ubicado en el municipio de Santa Catarina en el estado de Nuevo León, con una orientación este-oeste, es el primero de una serie de cañones en La Huasteca y forma parte del Área Natural Protegida Parque Nacional Cumbres de Monterrey (ANP PNCM; Cantú-Ayala *et al.*, 2013).

En la ubicación del anticlinal las geometrías del paisaje revelan claramente el proceso de formación de las montañas. El proceso de la orogenia es resultado de la deformación y plegamiento de estratos de rocas sedimentarias de caliza y margas litificadas durante el Jurásico Superior al Cretácico Inferior (aproximadamente 150 Ma.; Chávez-Cabello *et al.*, 2004). También, en la zona se presentan formas del terreno moldeadas por la erosión en cañones, causadas por el escurrimiento del Río Santa Catarina y sus afluentes. El sitio elegido para esta excursión está sobre el cauce del río, que atraviesa la secuencia sedimentaria y plegada del Anticlinal de los Muertos en dirección de sur a norte con flujo superficial.

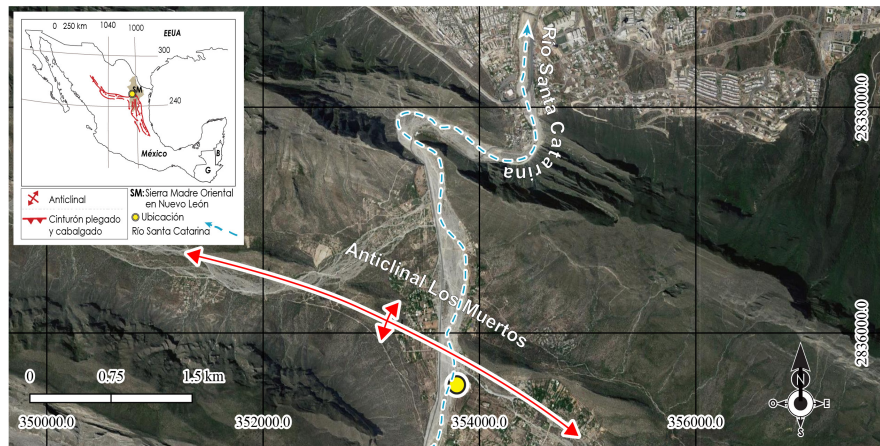


Figura 1. Ubicación de la excursión geológica dentro del Parque Ecológico la Huasteca del Área Natural Protegida Parque Nacional Cumbres de Monterrey, en la Sierra Madre Oriental en el estado de Nuevo León.



Figura 2. Imágenes del grupo de alumnos, maestros y el guía geólogo en La Huasteca.

MÉTODOS Y MATERIALES

El plan de actividades, las relaciones entre las partes del medio ambiente y la teoría tienen como objetivo mostrar al estudiante el sistema terrestre. La visita al campo se apoyó en el marco de enseñanza en ciencias del programa de medición del aprendizaje NGSS (2013): *Next Generation Science Standards* (National Research Council, 2012). La interacción del guía geólogo con los jóvenes estudiantes recibió la asistencia y coordinación de los maestros de grupo y modulares (Figura 2).

Para implementar la estrategia del recorrido en campo, se fusionaron dos grupos en un único equipo compuesto por aproximadamente 40 alumnos. Las actividades al aire libre tuvieron el propósito de (a) fortalecer la observación, (b) reconocer el espacio físico y (c) relacionar las formas del paisaje con diversos procesos naturales. Para fomentar el desarrollo de las y los alumnos se incluyeron prácticas para ubicar (i) puntos estratégicos en el paisaje, (ii) el dibujo del panorama y (iii) el uso de la brújula. La introducción a estas habilidades se incorpora a los conceptos del aula. En concreto, la secuencia de trabajo que combina las actividades y los conceptos se muestra de la siguiente manera en la Figura 3.

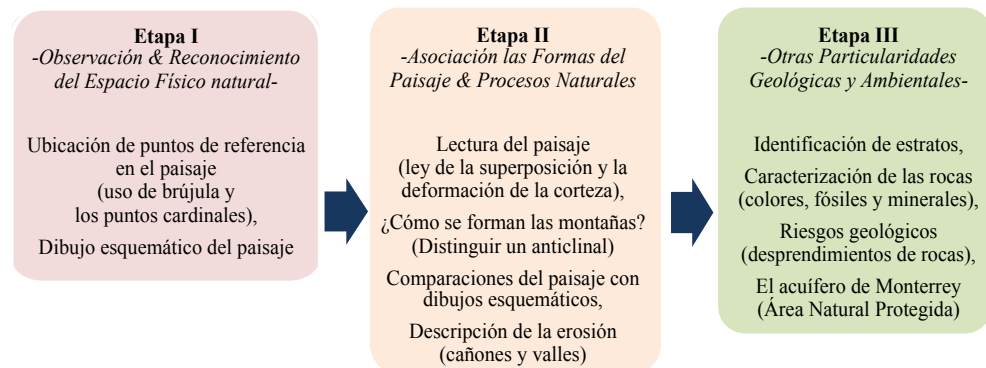


Figura 3. Plan de etapas en actividades de campo y su referencia con algunos conceptos en geología.

PROPUESTA DE EXPOSICIÓN A LAS ESTRUCTURAS Y PROCESOS GEOLÓGICOS

El sitio para el análisis está sobre el cauce del Río Santa Catarina; su curso tiene una dirección de sur a norte, exponiendo rocas sedimentarias de caliza y margas en una secuencia plegada del Anticlinal de los Muertos. De manera introductoria, se presentó a los estudiantes parte del equipo básico utilizado por los geólogos en sus investigaciones de campo (p.ej., pica, lupa, brújula, libreta, transportador, regla, lápices y colores). Para describir el entorno natural, fue necesario recordar algunos conceptos previamente aprendidos en el aula, complementados con señaléticas de 36x28 cm que simplificaban la exposición conceptual mediante líneas y colores sencillos (Figura 4). Se empleó el concepto de superposición de capas para explicar la estratificación de forma horizontal; posteriormente, se abordó el tema de la formación de montañas (Figura 2a). Además, se proporcionaron a los alumnos ilustraciones de los cuatro procesos que pueden originar montañas: plegamiento, levantamiento, fallamiento y vulcanismo (Figura 4 b-e).

Durante la visita, se enfocó la atención de los estudiantes en los procesos de superposición de capas y plegamiento, haciendo hincapié en la falta de evidencia de actividad volcánica en el área. De manera introductoria, se identificó el norte magnético mediante el uso de una brújula. Para explicarles a los estudiantes cómo sería

un anticlinal completo con su forma arqueada, se les instruyó a observar detalladamente el paisaje de forma panorámica. Este ejercicio ayudó a los estudiantes en su comprensión de la forma arqueada del pliegue que está ausente debido a la erosión. Los estudiantes identificaron los rasgos más sobresalientes en los extremos norte y sur del Río Santa Catarina y en la parte central del valle en el Cañón Huasteco.

Mediante el uso de puntos de referencia en el paisaje fue posible caracterizar algunos rasgos de esa estructura megalítica que aún se preservan y no han sido erosionados. La Cueva de La Virgen en el norte, las paredes de roca vertical en el extremo sur y las lomas en el centro del valle fueron los sitios que sirvieron como referencias de los elementos más prominentes del paisaje para ayudar a los estudiantes a esclarecer qué es un anticlinal erosionado. Las lomas en el centro del valle representan el núcleo del anticlinal con rocas más antiguas; mientras que la cueva de La Virgen en el norte y las paredes de roca vertical en el extremo sur son los flancos del anticlinal formados por rocas con una edad más reciente. Las tres ubicaciones permitieron trazar líneas imaginarias para reconstruir la forma arqueada del Anticlinal de los Muertos. Como referencia en este ejercicio, se indicó la dirección y pendiente de la carretera que sigue el cauce del río en el interior del cañón (Figura 5).

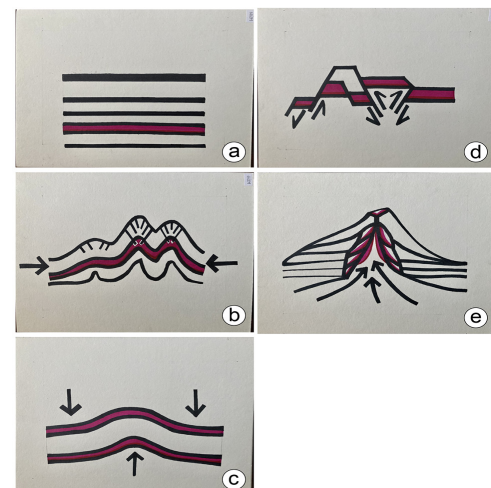


Figura 4. Señaléticas alusivas a fundamentos en la geología: a.- superposición de capas; b.- plegamiento; c.- levantamiento; d.- fallamiento; y; e.- vulcanismo. La flechas indican en b.- el acortamiento; c.- cargas diferenciales, doblez o subsidencia; d.- rompimiento, desplazamiento y discontinuidad; e.- ascenso de material fundido.

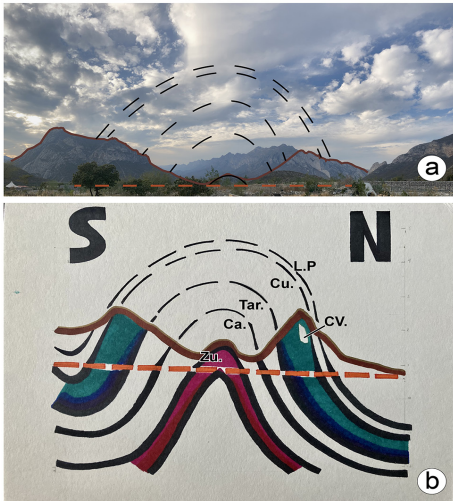


Figura 5. Comparativa entre los elementos geológicos de una (a) fotografía panorámica y la (b) señalética esquemática del anticlinal de Los Muertos en La Huasteca con sus formaciones: Zu: Zuloaga; Ca: Casita; Tar: Taraises; Cu: Cupido; LP: La Peña. La línea gruesa en color café es el nivel actual del terreno. La línea negra en segmentos indica la proyección arqueada de las formaciones. La línea punteada en anaranjado refiere el camino paralelo al Río Santa Catarina de sur (S) a norte (N) y marca el horizonte de referencia con el subsuelo y la estructura de las formaciones en la profundidad. CV- Cueva de la Virgen. Figura basada en la sección geológica de Padilla y Sánchez, 1982.

Con el fin de relacionar los conceptos de la superposición de las capas de roca con las características de cada una de ellas, se explicó el concepto de formación geológica y su uso para definir unidades de rocas según sus propiedades en composición y estructura. Con el fin de ayudar a los estudiantes y atraer su interés en esas definiciones, se mencionaron brevemente los nombres de algunas de las formaciones geológicas del Anticlinal de los Muertos, que, en orden cronológico, son Zuloaga, Casita, Taraises, Cupido y La Peña (Figura 5).

En el lecho del río se descubrieron múltiples tonos y componentes de los cantos rodados, que le permitieron al guía geólogo resaltar las variedades litológicas y sus colores para caliza en tonos grises, y la arenisca en ocre; además de otros agregados como fósiles (p.ej., bivalvos) y minerales como la calcita en color blanco y el sílice del pedernal en negro.

Como parte de la cultura de la conservación y preservación de la naturaleza, una vez concluida la observación de rocas, fósiles y minerales, se solicitó a los estudiantes que devolvieran cualquier roca o material a su entorno natural. Además del tema de la sustentabilidad y los recursos naturales, se destacó la importancia hidrogeológica y de la conservación de las fuentes de agua del Área Natural Protegida Parque Nacional Cumbres de Monterrey, que abastecen de agua a la zona metropolitana de Monterrey con más del 50 %. También se enfatizó en la cultura de la prevención y precaución, señalando las zonas de riesgo geológico en paredes, cañadas y tajos debido al desprendimiento, vuelco y deslizamiento de bloques y fragmentos de roca de menor tamaño.

COROLARIO

En la educación primaria la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia mediante las visitas al campo adquieren una significativa ventaja en la aprehensión del conocimiento. La elección de incorporar la ciencia desde los grados básicos de la primaria permite a los estudiantes

interactuar con geólogos y participar en excursiones de campo desde muy temprana edad.

La Huasteca, al suroeste de la ciudad de Monterrey, es un sitio ideal para la enseñanza de los aspectos terrestres más complejos que resulta difícil explicar en lo reducido de las aulas de clase convencionales. El aprendizaje al aire libre enfatiza la importancia de la responsabilidad y la conciencia ambiental en los estudiantes.

Una salida de campo ofrece a los estudiantes de educación básica en la primaria una experiencia transformadora que fortalece positivamente su capacidad de concentración en las relaciones espaciales y temporales de los cuerpos de roca, y les permite relacionar conceptos de manera diferente a la actividad en el salón de clases. Esto es especialmente notable cuando emprenden una caminata con sus compañeros y maestros entre las espectaculares paredes de la Formación Cupido, desafiando la verticalidad, durante una excursión geológica un 14 de febrero, Día del Amor y la Amistad.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece sinceramente la invitación a participar en este proyecto a A.E. Treviño y al equipo de Abuelo Expediciones @abueloexpediciones. También agradece al colegio a cargo por su confianza y por su disposición a colaborar en este programa académico junto con sus maestros. Además, un gran agradecimiento a la maestra Mrs. E.L. Ugarte-Cisneros por la orientación proporcionada. Finalmente, se agradece a los revisores del manuscrito inicial y a los Editores en Jefe por dirigir el arbitraje y la edición del contenido para este trabajo.

REFERENCIAS

- Cantú-Ayala, C., Rovalo-Merino, M., Marmolejo-Monsiváis, J., Ortiz-Hernández, S., y Serriñá-Garza, F. (2013). Historia natural del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, México. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Chávez-Cabello, G., Cossio-Torres, T., y Peterson-Rodríguez, R. (2004). Change of the maximum principal stress during the Laramide Orogeny in the Monterrey salient, Northeast México. En, Sussman, A.J., y Weil, A.B., eds., *Orogenic Curvature: Integrating Paleomagnetic and Structural Analyses* (pp. 145-159). Geological Society of America Special Paper 383.
- Lillie, R.J. (2005). *Parks and plates*. W.W. Norton y Company.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Padilla y Sánchez, R.J. (1982). *Geologic evolution of the Sierra Madre Oriental between Linares, Concepción del Oro, Saltillo and Monterrey, México* [Doctoral dissertation, University of Texas].
- Reynolds, S., Johnson, J., Morin, P., y Carter, C. (2019). *Exploring Geology* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Tarback, E.J., y Lutgens, F.K. (2008). *Earth: An Introduction to Physical Geology*. Pearson Prentice Hall.

Manuscrito recibido: 2 de octubre de 2023

Manuscrito corregido recibido: 19 de noviembre de 2023

Manuscrito aceptado: 4 de diciembre de 2023