



ENSEÑANZA Y COMUNICACIÓN DE LAS GEOCIENCIAS

Volumen 1 número 1, junio 2022



IMAGEN DE LA PORTADA

El docente Eduardo Jaime desarrolla clases al aire libre utilizando la sequía como tema de estudio, en el pueblo de Pedregal, en la comuna de Monte Patria, provincia del Limari, región de Coquimbo, Chile.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial 4.0

Año 1, No. 1, junio 2022. Publicación semestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510, Ciudad de México, a través del Centro de Geociencias, Blvd. Juriquilla 3001, Col. Juriquilla, Querétaro, Querétaro, C.P. 76230, México. Teléfono: +52 4422381104. Editora responsable: Dra. Susana A. Alaniz Álvarez. Reserva del Derecho al Uso exclusivo: En Trámite. ISSN versión electrónica: En Trámite. Responsable de la última actualización: Dra. Susana A. Alaniz Álvarez, Blvd. Juriquilla 3001, Col. Juriquilla, Querétaro, Querétaro, C.P. 76230, México. Fecha de la última modificación: 23 de junio 2022. Asistente editorial: M. en C. Juan Carlos Mesino Hernández. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.



EDITORAS EN JEFE

Sección Enseñanza

Dra. Susana Alicia Alaniz Álvarez
alaniz@geociencias.unam.mx
Centro de Geociencias, campus Juriquilla
Universidad Nacional Autónoma de México

Sección Comunicación

M. en C. Raiza Pilatowsky Gruner
Raiza.pila@gmail.com
Directora Estudios Planeteando

EDITORES ASOCIADOS

Dra. Dalila Aldana Aranda
daldana@cinvestav.mx
CINVESTAV
Instituto Politécnico Nacional Mérida

Dra. Laura Mori
mori@unam.mx
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional Autónoma de México

M. en C. Bernardo A. Bastien Olvera
Bastien@ucdavis.edu
University of California Davis
Estudios Planeteando

Dr. Ángel F. Nieto Samaniego
afns@geociencias.unam.mx
Centro de Geociencias, campus Juriquilla
Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Thierry Calmus
arnithy@gmail.com
Instituto de Geología
Universidad Nacional Autónoma de México

M. en C. Mónica G. Ramírez Calderón
monicald@ciencias.unam.mx
Universidad Nacional Autónoma de México
Planeteando

Julieta Fierro
julieta@astro.unam.mx
Instituto de Astronomía
Universidad Nacional Autónoma de México

M. en C. Anthony Ramírez Salazar
eeears@leeds.ac.uk
University of Leeds
Planeteando

Dr. Enrique González Torres
eagtgaia@unam.mx
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Gilberto Silva Romo
silvarg@unam.mx
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Yadira H. Hernández Pérez
yadira.hernandez@enp.unam.mx
Escuela Nacional Preparatoria
Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Saul A. Villafañe Barajas
saulvillafanephd@gmail.com
Instituto de Ciencias Nucleares
Universidad Nacional Autónoma de México

Dra. Claudia C. Mendoza Rosales
claus@unam.mx
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional Autónoma de México

Editor Técnico

M. en C. Juan Carlos Mesino Hernández
juanmh@geociencias.unam.mx
Centro de Geociencias

Revista Enseñanza y Comunicación de las Geociencias

Centro de Geociencias, campus Juriquilla UNAM | Boulevard Juriquilla núm. 3001, Juriquilla, Querétaro, C.P. 76230, México | encomunicacionct@geociencias.unam.mx



VOLUMEN 1-NÚMERO 1

CONTENIDO

Pag.

EDITORIAL

i

GEOMAQUETA PARA EXPLICAR LA CAUSA DE LAS ESTACIONES DEL AÑO

María Alejandra Ramos Gámez

Servicio Geológico Colombiano

Palabras clave: geomaqueta dinámica, estaciones del año, Primaria (mayores de 10 años)

1

UNA PRÁCTICA EDUCATIVA PARA ABORDAR EL TEMA DE LA SEQUÍA EN CHILE

Eduardo Antonio Jaime Muñoz

Universidad de Valparaíso, Chile

Palabras clave: Sequía, clima, ciencias de la Tierra para Primaria (mayores de 10 años)

8

VIDEOS ANIMADOS “LA CIENCIA DE LOS VOLCANES”

Elizabeth Rangel-Granados¹ y Alberto Vásquez-Serrano

Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México

Palabras clave: volcanes, videos, stop motion, erupciones, cambio climático, radiocarbono, Secundaria (mayores de 12 años)

13

LA ZONA DE TOLIMÁN EN LA SIERRA GORDA DE QUERÉTARO: UNA VENTANA A LA RAÍZ DE LAS MONTAÑAS DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL

Alberto Vásquez-Serrano, Elizabeth Rangel-Granados y Ángel Francisco Nieto-Samaniego

Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México

Palabras clave: Zona de despegue, raíz de las montañas, Sierra Gorda

de Querétaro, pliegues y cabalgaduras, Secundaria y Bachillerato (mayores de 14 años)

17

LA CIENCIA DETRÁS DE LO COTIDIANO: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA QUE ABORDA LA CONTAMINACIÓN POR PLÁSTICOS EN EL MAR

Alan Javier Pérez Vázquez y Nadia Teresa Méndez Vargas

Escuela Nacional Preparatoria, Plantel 5, Universidad Nacional Autónoma de México

Palabras clave: contaminación por plásticos, densidad, convección, aulas moodle, bachillerato (mayores de 15 años).

23

EFEMÉRIDES METEOROLÓGICAS PARA ENTENDER LA DINÁMICA DE LA ATMÓSFERA

Francisco García-Moctezuma

Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional Preparatoria, Plantel No. 4

Palabras clave: variables meteorológicas, estación meteorológica, efemérides, PEMBU, bachillerato (para mayores de 15 años).

27

LA ENSEÑANZA DE LAS PLACAS TECTÓNICAS CON EXPERIMENTOS DE DENSIDAD

Viridiana Yazmin Jiménez-Zuñiga

Colegio Queen Mary School, Sección Preparatoria

Palabras clave: Principio de Arquímedes, densidad, placas tectónicas, experimentación, bachillerato (mayores de 15 años).

32

¡A LAS LENGUAS POR LA CIENCIA! ENSEÑANZA DE LENGUAS CON EXPERIMENTOS CIENTÍFICOS

Hernández-Pérez, Y.H., Alaniz-Alvarez, S.A., Nieto-Samaniego, A.F., Fuentes-Vilchis, S., Calmus, T., Martini, M., Mesino-Hernández J.C... Morán-Torres, L.D.

Palabras clave: Enseñanza de lenguas extranjeras, EFL, experimentos cruciales, clima, ondas, gravedad, edad de la Tierra

35

EDITORIAL

Una de las grandes lecciones que nos dejó la pandemia fue que la mejor manera de comunicar el avance del conocimiento es publicar cada avance en revistas científicas con arbitraje y que, para lograr la máxima cobertura global, los artículos deberán estar en acceso abierto. Con esto se logró obtener la vacuna contra el COVID-19 en tiempo récord. Otro avance para el conocimiento en general, logrado en los últimos dos años, fueron las mejoras en los recursos didácticos virtuales para la educación a distancia. En el Centro de Geociencias, de la Universidad Nacional Autónoma de México, decidimos crear la Revista de Enseñanza y Comunicación de las Geociencias, como una revista universitaria arbitrada y gratuita. Se pretende publicar artículos de interés general de las Ciencias de la Tierra, y para todos los niveles educativos, desde preescolar hasta posgrado.

En este primer número se presentan artículos para primaria, Secundaria y Bachillerato. Para primaria hay dos artículos, el de Alejandra Ramos que nos ofrece las instrucciones para hacer una geomaqueta para entender las estaciones del año con materiales de la vida cotidiana, y el de Eduardo Jaime quién plantea una propuesta educativa para enseñar ciencias de la Tierra usando como tema la sequía en Chile. Para secundaria se presentan dos artículos: el de Elizabeth Rangel y Alberto Vásquez muestra una manera sencilla de explicar conceptos complicados sobre los volcanes a través de videos con animación cuadro por cuadro, y el artículo de Alberto Vásquez y colaboradores presentan una videoexcursión geológica que nos lleva a las raíces de la Sierra Madre Oriental. Para bachillerato, el artículo de Alan Pérez Vázquez y Nadia Méndez Vargas explican la contaminación por plásticos con base en experimentos enmarcados en un aula virtual; Francisco García nos explica cómo usar la Red de Estaciones Meteorológicas de la UNAM, para enseñar conceptos de dinámica atmosférica y Viridiana Jiménez usa la experimentación sobre densidad para explicar la Tectónica de Placas. Por último, el artículo de Yadira Hernández y 20 colaboradores nos ofrece un repositorio de 25 textos en cuatro lenguas y nos muestra como enseñar lenguas con experimentos científicos, entre ellos varios experimentos etiquetados como cruciales.

Invitamos a los docentes y a personas interesadas en el fascinante mundo de las ciencias de la Tierra a someter manuscritos y a leer los artículos publicados. Esperamos que este medio funcione para a dar a conocer distintas estrategias de enseñanza a distancia que están surgiendo continuamente. En el siguiente número se presentarán artículos para la enseñanza de Geociencias en licenciatura y posgrado también.

Geomaqueta para explicar la causa de las estaciones del año

María Alejandra Ramos Gámez

Servicio Geológico Colombiano, Diagonal 53 No. 34-53, Bogotá D.C., 11121, Colombia.
m.alejandra.ramos.ga@gmail.com

RESUMEN

En este documento se describe el proceso de construcción de una geomaqueta dinámica del sistema Sol-Tierra, con el apoyo de material visual disponible en Youtube. Con ello, se pone a disposición de maestros e interesados un material didáctico capaz de representar los factores que originan las estaciones del año en el planeta. A partir de su elaboración, se hace una propuesta pedagógica bajo la premisa de "aprender haciendo". Por último, se muestran las observaciones recolectadas en sesiones prácticas con público no especializado joven (12 a 20 años) y adulto (21 a 65 años) en sesiones de máximo 15 minutos.

Palabras clave: geomaqueta dinámica, estaciones del año, materiales de bajo costo, aprender haciendo, público no especializado.

ABSTRACT

The construction process of a dynamic geomodel about the Sun-Earth system is described in this document, using visual support from some content on Youtube. Therefore, a didactic material representing the required conditions for the seasons on Earth is now available to teachers and other interested people. In particular, a pedagogic proposal under the "learning by doing" method is presented in this study by making the model. Finally, some observations recollected through different educative sessions with the unspecialized public are shown. The audience was young (12 to 20 years old) and adult (21 to 65 years old), and each session did not reach 15 minutes.

Key words: dynamic geomodel, seasons, low-cost material, learning by doing, unspecialized public.

INTRODUCCIÓN

Las características de las estaciones anuales suelen identificarse desde temprana edad, y son recordadas por la mayoría de público proveniente tanto de países con estaciones bien definidas como de países intertropicales. Sin embargo, no ocurre lo mismo con sus causas o con los factores que las provocan, probablemente por tratarse de condiciones abstractas, difíciles de representar y transmitir en los diferentes escenarios académicos (Galperín, 2022), o incluso por falta de claridad conceptual en los mismos maestros encargados de la enseñanza de estos temas en la educación básica y media (Camino, 1995; Galperín, 2022).

Estas preocupaciones fueron abordadas en el Diplomado en Enseñanza de las Ciencias de la Tierra ofrecido por la Universidad Nacional Autónoma de México durante el primer semestre de 2021. Allí se enfatizó en la importancia de experimentar y aplicar el método científico para comprender fenómenos naturales y se brindó el espacio para desarrollar un proyecto que aportara a la enseñanza de las estaciones del año.

Dentro de los diferentes recursos didácticos que podrían desarrollarse para ser utilizados en la enseñanza de las ciencias naturales, Espín (2017) menciona uno de particular interés: las maquetas como representaciones tridimensionales a escala de algo real o ficticio, capaces de acercar a los estudiantes al aprendizaje de fenómenos naturales y de despertar su curiosidad e interés (Espín, 2017).

Como las estaciones se explican desde una escala planetaria, se escogió como proyecto el diseño de una geomaqueta dinámica para representar este fenómeno. Además, se eligieron materiales de bajo costo y se elaboró material audiovisual complementario, disponible actualmente en Youtube (Ramos Gámez, 2021a, 2021b), con el fin de que los interesados puedan replicar la maqueta y hacerlo parte de un proceso de "aprender haciendo".

De acuerdo con Rodríguez y Ramírez (2014), este tipo de aprendizaje aumenta las probabilidades de entender y recordar conceptos, incluso si son abstractos y complejos. En este caso, resulta interesante implementar un modelo de "aprender sobre las estaciones haciendo una geomaqueta", para contrarrestar las tendencias que muestran que este fenómeno es de los menos comprendidos por el público general (Galperín, 2022).

PROPUESTA PEDAGÓGICA

La construcción de la geomaqueta, y su utilización como material didáctico, aportan de formas diferentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje del fenómeno de las estaciones. Aquí se proponen tres secciones independientes, que pueden adaptarse a las necesidades docentes o proyectos estudiantiles: la primera "¿Cómo construir una geomaqueta de las estaciones?", la segunda "Aprender haciendo: retos conceptuales del diseño"; y la tercera "La geomaqueta y los otros".

¿Cómo construir una maqueta de las estaciones?

El modelo de geomaqueta aquí propuesto puede ser construido por cualquier persona interesada en entender y aprender sobre el fenómeno de las estaciones, sin hacer grandes inversiones económicas y sin perjudicar el medio ambiente, puesto que se compone de materiales reutilizados y/o de bajo costo. Se recomienda que, si el constructor tiene menos de 15 años, lo haga bajo supervisión de un adulto, ya que es necesario el uso de elementos cortopunzantes.

Para construir la geomaqueta dinámica de las estaciones (Figura 1) se pueden seguir las instrucciones del siguiente video (Ramos-Gómez, 2021a)

<https://youtu.be/ijNOUGhitW4>

Allí, se muestra el proceso de elaboración de un sistema de giro (parte inicial) y de un sistema de iluminación (segunda parte), a partir de los materiales de las Tablas 1 y 2. Cabe resaltar que los materiales sugeridos para construir la geomaqueta y sus dimensiones pueden variar, según las preferencias y necesidades de quien desee construirla. Sin embargo, debido a la variabilidad de condiciones

Id.	Elemento	Medidas	Función
1	Base circular de cartón	12,5 cm de radio 3 mm de espesor	Órbita de la Tierra alrededor del Sol
2	Palo de balso	18,5 cm	Base móvil para ubicar los ejes de la polea. Permite ubicar a la Tierra en una posición alrededor de la órbita
3	Tapas plásticas (Rueda 1)	3,3 cm de diámetro x 2 cm de alto	Extremo central y fijo de la polea. Representa al Sol en el centro de la órbita terrestre
4	Tapas plásticas (Rueda 2)	3,3 cm de diámetro x 2 cm de alto	Extremo externo de la polea. Constituye un soporte giratorio al cual está anclado el eje inclinado de la Tierra
5	Topes circulares de cartón	3,1 cm de diámetro	Se ubican al interior de las tapas de las ruedas. Deben ir pegadas, con un agujero en la mitad, para que los ejes los atraviesen. Dan estabilidad a los ejes durante el movimiento de la polea
6	Palos de brochetas o popotes (pitillos)	6 cm	Ejes de los extremos de la polea. Atraviesan las ruedas por la mitad. El del extremo central (Sol) va pegado a la rueda 1 y no al balso. El del extremo externo va pegado al balso y no a la rueda 2
7	Clip o alambre dulce	9,5 cm	Eje de rotación terrestre, con inclinación. Un extremo está fijo a la parte superior de la rueda 2. Atraviesa la pelota - Tierra
8	Pelota liviana (preferible que no sea de unicel)	3,5 cm de diámetro	Planeta Tierra. Está atravesada por el alambre que representa el eje de rotación terrestre
9	Banda elástica	17,5 cm (estirada)	Transmisor de movimiento en la polea
10	Tapa alta (u objeto alto)	3,5 cm de diámetro x 2 cm de alto	Soporte de la órbita terrestre. Está atravesado por el eje de la rueda 1. Funciona como agarre para sostener la maqueta
11	Corcho	2 cm de diámetro x 3 cm de alto	Envuelve el eje que sale de la tapa alta. Es el centro de control de la rueda 1 y por tanto, del punto fijo de la polea

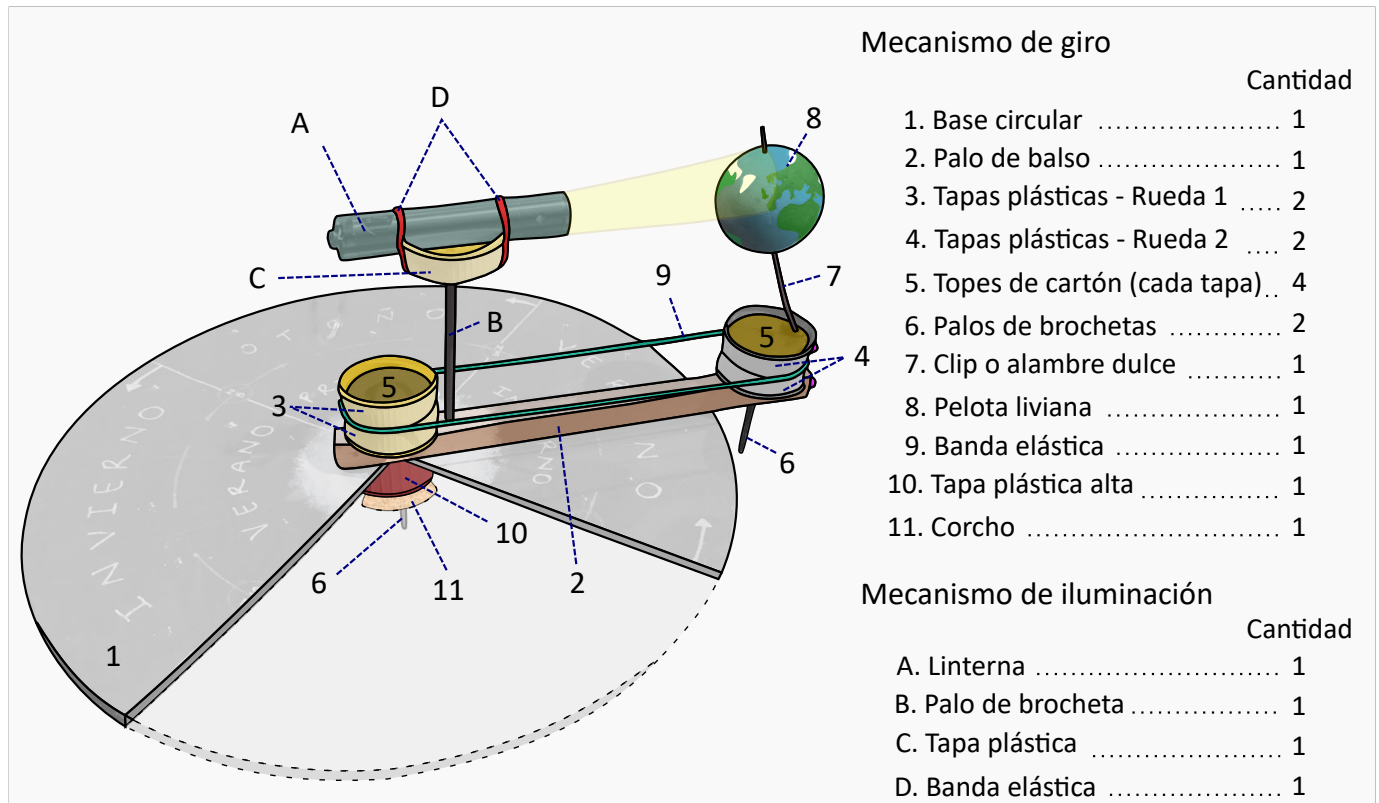


Figura 1. Geomaqueta de las estaciones. Nota que la numeración corresponde con el Id. de las Tablas 1 y 2.

Tabla 2. Materiales del sistema de iluminación de la geomaqueta de las estaciones

Id.	Elemento	Medidas	Función
A	Linterna	1 cm de diámetro x 7 cm de largo	Fuente de luz que representa los rayos del Sol
B	Palo de brocheta (soporte de luz)	7.5 cm (varía según altura de la pelota-Tierra)	Soporte de la base sobre la que se ubica la linterna. Está pegado al balsa, al lado de la rueda 1
C	Tapa plástica	3.3 cm de diámetro x 2 cm de alto	Base que sostiene la linterna. Está ajustado al soporte de luz
D	Banda elástica	Variable	Elemento que fija la linterna al sistema. Permite que sea removible, pero evita su desplazamiento durante el movimiento de la polea

socioeconómicas de estudiantes y profesores en Colombia, el uso de materiales reutilizables y/o de bajo costo, fáciles de encontrar en los hogares o tiendas cercanas, se propuso como garantía de accesibilidad y aplicabilidad en múltiples escenarios. En total, el valor de los materiales del modelo ronda los 6 dólares estadounidenses (24 000 pesos colombianos), aunque puede ser menor dependiendo de la disponibilidad de estos.

Aprender haciendo: retos conceptuales del diseño

El método de aprender haciendo consiste en alejarse de la memorización y repetición en la enseñanza y aprendizaje de conceptos y procesos, para centrarse en realizar prácticas, experimentos, talleres o labores manuales y mecánicas para plantear problemas y afianzar conceptos de manera efectiva, en un ejercicio de aprendizaje activo (Rodríguez y Ramírez, 2014). El caso de la geomaqueta puede perfectamente funcionar en este propósito: quien construye el modelo identifica las variables más importantes en el origen de las estaciones y descubre una forma de representarlas, para luego visualizarlas y explicarlas.

A continuación, se describe el proceso previo a la elaboración y montaje de la geomaqueta, junto con las principales dificultades a las que el usuario puede enfrentarse y cómo se resolvieron en el diseño del modelo.

A grandes rasgos, el diseño de la geomaqueta requirió de una búsqueda bibliográfica, para entender el funcionamiento de las estaciones e identificar las variables más importantes que influyen en el origen de este fenómeno natural, por lo que se consultaron trabajos de índole enciclopédica (Alsop, 2005; Tarbuck y Lutgens, 2005), práctica-experimental (Alaniz Álvarez y Nieto Samaniego, 2008) y pedagógica (Camino, 1995; Cardenete García, 2011; Galperín, 2022; González, 2005; Redondo y Cañada, 2016). Este último enfoque permitió identificar ideas previas equivocadas o incompletas, y algunas dificultades en la enseñanza de las estaciones, que fueron tenidas en cuenta en el diseño de la geomaqueta.

Entre dichas ideas se destacan factores como la distancia entre la Tierra y el Sol o la rotación de la Tierra. En la primera, el invierno ocurriría cuando la Tierra está lejos del Sol y el verano, cuando está cerca; en la segunda, el verano ocurriría en zonas iluminadas por el Sol y el invierno, en zonas donde no llegan los rayos solares (Camino, 1995; Cardenete García, 2011; Redondo y Cañada, 2016).

De acuerdo con Alsop (2005), para quien las estaciones son periodos de tiempo con características climáticas particulares que ocurren a lo largo del año, ambas ideas son incorrectas: para él, el conjunto de condiciones climáticas de cada estación está determinado por la intensidad con la cual la Tierra recibe los rayos solares y por

el tiempo de exposición de la superficie a dichos rayos (Alsop, 2005, p. 651).

Explica entonces, que tanto la intensidad como el tiempo de exposición a los rayos solares están condicionados por características astronómicas como el movimiento de traslación, la inclinación del eje de rotación terrestre y la orientación de dicho eje en el espacio. Primero, aclara que la Tierra se mueve alrededor del Sol en una órbita levemente elíptica, donde el verano del hemisferio norte ocurre cuando el planeta está más alejado del Sol; y el invierno del mismo hemisferio, cuando el planeta y el Sol están más cerca, mostrando que la distancia entre ambos cuerpos celestes no influye en la ocurrencia de las estaciones del año (Alsop, 2005, p. 651).

Segundo, reconoce como factor fundamental la perpendicularidad de la incidencia de los rayos solares en la superficie terrestre: tanto la forma esférica de la Tierra como la inclinación de su eje de rotación (23.5° con respecto al plano orbital), hacen que los rayos se reciban perpendicularmente durante todo el año solamente en una franja central cercana al Ecuador (donde hay variaciones climáticas leves) y de forma oblicua en los polos (donde hay estaciones marcadas) (Alsop, 2005, p. 651).

Por último, menciona el factor restante que influye en el origen de las estaciones: la orientación permanente del eje de rotación hacia la estrella Polaris. De esta manera, durante seis meses el hemisferio norte está de cara al Sol, mientras el hemisferio sur está alejado, generando diferencias tanto en la incidencia de los rayos solares, como en la cantidad de energía por unidad de área en la superficie terrestre. Así, el verano tiene lugar cuando los rayos son más directos y hay más energía, mientras que el invierno surge cuando los rayos llegan más inclinados y hay menos energía. Por su parte, la primavera y el otoño ocurren cuando la incidencia de los rayos solares y la energía en la superficie se distribuye uniformemente en ambos hemisferios (Alsop, 2005, pp. 651-653).

Así, la propuesta de geomaqueta se diseñó con dos propósitos: el primero, ilustrar las variables más importantes en el origen de las estaciones del año, a saber, la inclinación del eje terrestre y su orientación constante durante el recorrido de la traslación; y el segundo, mostrar de manera clara que la distancia entre la Tierra y el Sol no es una variable significativa para generar las estaciones, como lo sugiere una idea previa arraigada (Camino, 1995; Cardenete García, 2011; Galperín, 2022; González, 2005; Redondo y Cañada, 2016).

A este respecto, la representación de la inclinación del eje terrestre fue lo más sencillo de solucionar, al implementar un alambre doblado, atravesando la Tierra (Figura 1). Si bien la inclinación del eje terrestre varía entre 21.5° y 24.5° con respecto a una línea vertical, estando actualmente a 23.5° (Tarbuck y Lutgens, 2005, p. 533), para el montaje resulta más ilustrativo tomar un ángulo más alto, entre 25° y 45°.

Por su parte, la orientación constante del eje de rotación terrestre en el espacio, una idea de por sí abstracta, representó el mayor reto. Requirió entonces de la elaboración de varios prototipos. Finalmente, la opción más clara fue el uso de un mecanismo de rotación acompañado de una polea simple con una rueda anclada a un eje (Sol), y una rueda giratoria sobre la cual se fijó el eje de rotación terrestre (Figura 2A).

La geomaqueta requiere que la mano del usuario imprima movimiento a la Tierra, para que a su vez sea transmitido al Sol (rueda 1 - fija) mediante el palo de balsa y se simule la traslación. En caso de que el sistema de giro no tenga polea, la Tierra gira alrededor del Sol, pero su eje de rotación no mantiene una orientación constante en el espacio (Figura 2B).

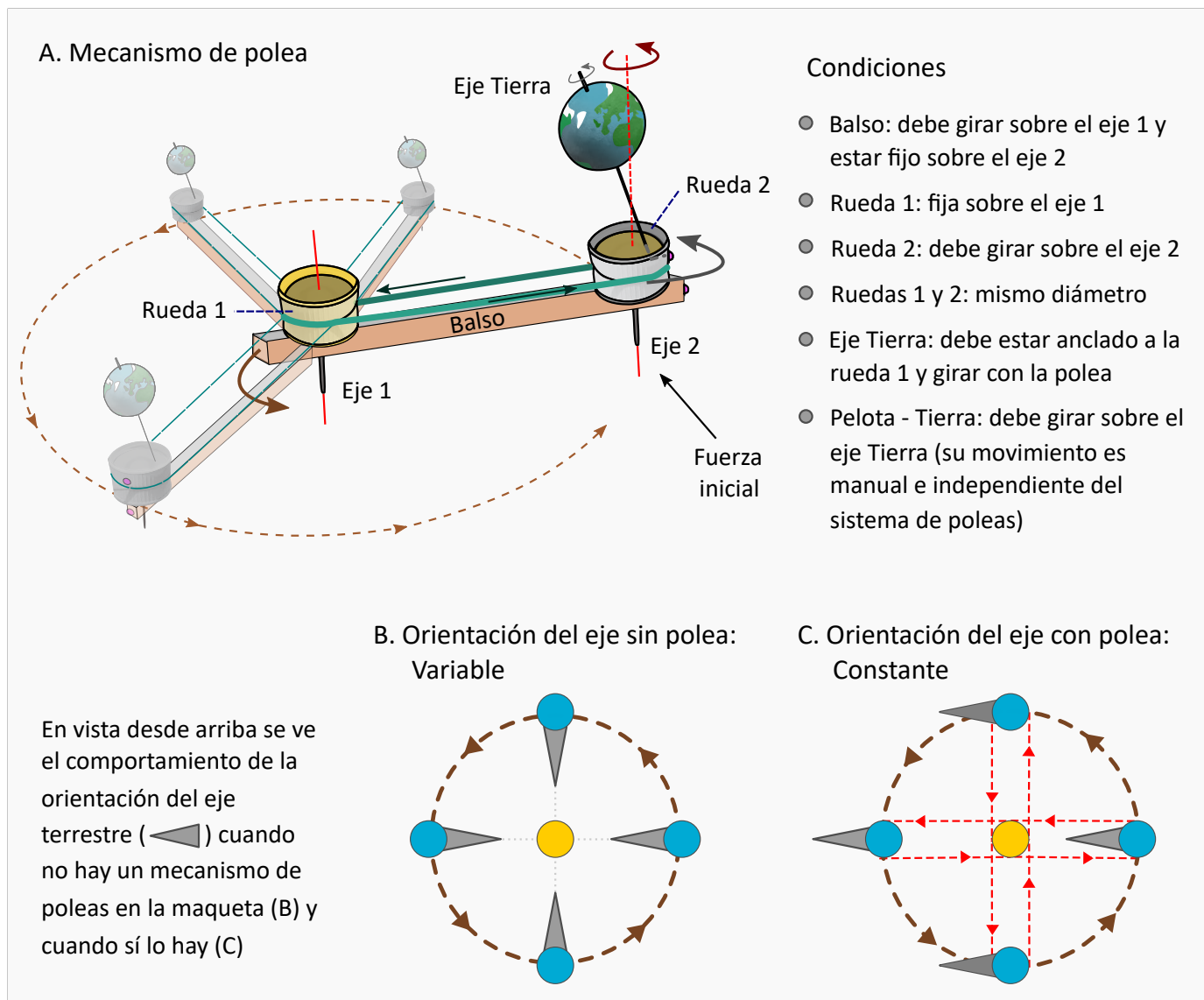


Figura 2. Montaje y funcionamiento del mecanismo de giro.

Por el contrario, si el sistema de giro tiene una polea, el movimiento circular que describe el Sol en el centro del modelo se transmite a la rueda que sostiene el eje de rotación terrestre (rueda 2). Dicha rueda se mueve libremente alrededor de un eje y como es de las mismas dimensiones que la rueda fija del Sol, permite que dicho eje mantenga una orientación constante en el espacio (Figura 2C).

Ahora bien, el uso de una órbita circular en el modelo, además de facilitar el mecanismo de movimiento, permite mostrar de manera clara que la distancia entre la Tierra y el Sol no es una variable fundamental en el fenómeno de las estaciones: en la geomaqueta, la Tierra siempre está a la misma distancia del Sol, sin importar su posición en la órbita. Es decir, sin importar la época del año. Aun así, ocurren las estaciones.

De todas maneras, resulta fundamental recordarle al usuario que en la realidad, la órbita terrestre es ligeramente elíptica y que las distancias entre la Tierra y el Sol pueden variar según la época del año, pero que dichas variaciones no influyen en la ocurrencia de las estaciones (Cardenete García, 2011).

Una vez cumplidos los propósitos principales de la geomaqueta, relacionados con la visualización de las variables que influyen y las

que no en el fenómeno de las estaciones, se abordó un último reto didáctico: ¿cómo mostrar de forma evidente la incidencia de estas variables en la ocurrencia de las estaciones?

Tanto la inclinación del eje de rotación como su orientación constante son variables que condicionan la interacción de los rayos del Sol con la superficie terrestre. Dicha interacción se asocia al fenómeno de las estaciones: no es lo mismo recibir un haz de rayos en una superficie perpendicular que en una superficie inclinada, porque la misma cantidad de energía se distribuye en áreas diferentes, concentrándose o disipándose (Figura 3).

Por un lado, se observa que hay una franja intertropical del planeta, donde los rayos solares inciden casi perpendicularmente durante todo el año, sin presentar mayores variaciones de energía, y sin generar estaciones. Por otro lado, está la situación de las latitudes medias y altas, donde dependiendo de la época del año, la incidencia de los rayos solares es distinta: cuando llegan casi perpendicularmente al hemisferio norte, están incidiendo de forma oblicua en el hemisferio sur, generando simultáneamente el verano en el hemisferio norte, y el invierno en el hemisferio sur. Lo contrario ocurre cuando los rayos inciden perpendicularmente en el sur y de forma oblicua en el norte.

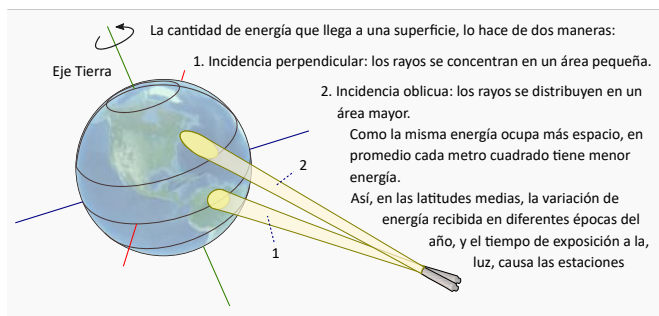


Figura 3. Diferencias de la incidencia de la luz en la superficie terrestre

No obstante, también hay épocas en las cuales los rayos inciden de manera similar en ambos hemisferios, dando paso a las estaciones intermedias de primavera y otoño.

Para poder representar esta situación en la geomaqueta se implementó una fuente de luz, que hizo las veces de Sol. Se ubicó a la misma altura que la pelota-Tierra y se fijó al sistema de giro, para apuntar siempre hacia la pelota-Tierra. Así, se completó el montaje y se pudo observar la diferencia de la incidencia de la luz en la superficie terrestre en diferentes épocas del año, asociadas a las estaciones (Figura 4).

En definitiva, no es un secreto que las estaciones responden a condiciones planetarias difíciles de visualizar y entender a escala humana. Por esta razón, la geomaqueta terminada funciona como material didáctico, donde las variables más importantes se materializan y exponen de manera clara y concisa. Adicional a ello, su elaboración introduce a quien la construye, en un proceso de aprender haciendo: enfrenta al constructor a conceptos y situaciones que debe resolver de manera tangible, y refuerza la comprensión de las diferentes interacciones que llevan a un resultado final.

La geomaqueta y los otros

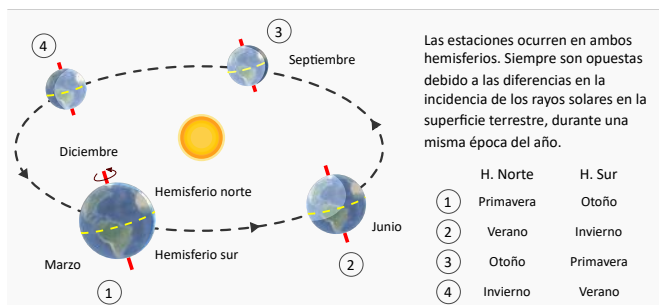


Figura 4. Visualización de las estaciones en el sistema Sol-Tierra.

La utilización de la geomaqueta se probó con público no especializado (Tabla 3) en jornadas pedagógicas abiertas de no más de 15 minutos, grupales e individuales (Figura 5).

Aunque no se diseñaron preguntas, las sesiones siguieron una estructura simple: primero, se hizo una indagación acerca de las razones que causan las estaciones; segundo, se hizo una explicación interactiva usando los elementos de la maqueta; tercero, se ubicó a la Tierra en un punto aleatorio del recorrido orbital y se preguntó por cuáles eran las estaciones de ambos hemisferios en dicha posición; y finalmente, se pidió a los participantes una explicación con sus propias palabras.

En la etapa de indagación, se observó que todos conocían las características de cada estación, pero no sus causas. Los participantes más jóvenes (12 y 20 años) solamente mencionaron la importancia de los rayos solares en la generación de las estaciones, pero no



Figura 5. Aplicación de la geomaqueta como recurso didáctico.

Tabla 3. Muestra poblacional participante en las jornadas pedagógicas.

Grupo	Participantes	Edad	Tipo
1	1	12	Estudiante de bachillerato
2	2	16-18	Estudiantes de bachillerato e inicios de universidad
3	1	20	Estudiante universitario
4	2	28-30	Profesionales rama artística
5	1	30	Profesional ingeniería
6	4	55-65	Bachilleres y profesionales

profundizaron en las interacciones. Algunos (grupo 2) afirmaron que las estaciones solamente ocurren en el hemisferio norte. Entre los adultos (21-65), se anotaron referencias a la incidencia de los rayos del Sol (grupos 4, 5 y 6), a la inclinación del eje de rotación terrestre (grupos 5 y 6) y a la distancia de la Tierra al Sol (grupo 6) (Anexo 1).

De esta manera, se observó que en los diferentes públicos hay nociones muy generales de cómo funcionan las estaciones. Además, en el grupo de mayor edad se identificó el arraigo de la idea previa según la cual la distancia entre la Tierra y el Sol es fundamental en el origen de las estaciones.

Para la explicación del fenómeno de las estaciones en los diferentes grupos, se abordaron los temas planteados en el video "¿Por qué hay estaciones en la Tierra?"

<https://youtu.be/xAyDpuHMMBA>

de Ramos Gámez (2021b), aunque la narrativa se adaptó para cada grupo, y se modificó de acuerdo con las inquietudes o comentarios que surgían en cada sesión pedagógica. Específicamente, durante las explicaciones interactivas se hizo énfasis en: las variables más importantes (inclinación y orientación constante del eje de rotación terrestre); en la interacción de los rayos solares con la superficie de la Tierra en diferentes épocas del año, variando la posición de la Tierra alrededor de la órbita y mostrando los casos del hemisferio norte y sur; por último, en la falta de variación significativa de la distancia entre la Tierra y el Sol, y su poca influencia en el fenómeno de las estaciones.

Al momento de elegir posiciones aleatorias de la Tierra en el recorrido orbital, para identificar las estaciones en ambos hemisferios, la herramienta más usada fue el sistema de iluminación: de forma intuitiva, los participantes observaban cómo se iluminaba la pelota-Tierra, determinaban qué hemisferio recibía más luz y luego señalaban cuáles estaciones tenían lugar en el norte y en el sur.

Durante este ejercicio se abordaron dos preguntas recurrentes en algunos grupos (1, 4 y 6): ¿cómo funciona el tema de las estaciones en Colombia? ¿Por qué en Colombia no hay estaciones? Con ayuda del modelo, los participantes pudieron dar respuesta por sí mismos, al darse cuenta que, en las zonas cercanas al Ecuador, la incidencia

de la luz solar es muy similar durante todo el año, y que por ello no se generan condiciones extremas que generen las estaciones.

Finalmente, se pidió en cada sesión que los participantes explicaran con sus propias palabras el fenómeno de las estaciones del año y sus causas. En conclusión, se observó que recurrían al modelo para recordar las variables principales y para mostrar la incidencia de la luz en la pelota - Tierra. En estas explicaciones, los más jóvenes tenían una narrativa más estructurada que al principio y los mayores ya no mencionaron como variable principal la distancia entre la Tierra y el Sol.

Para dar a conocer el proyecto de la geomaqueta a un público más amplio, se elaboraron los dos videos complementarios anteriormente referenciados: uno con la demostración paso a paso del proceso de construcción de la geomaqueta (Ramos-Gómez, 2021a) y otro con su explicación (Ramos-Gómez, 2021b). Al momento de escribir este artículo, el paso a paso contaba con 13 736 visualizaciones y la explicación con 394. Ante esta situación, se interpreta que posiblemente la comunidad virtual cuenta con un respaldo conceptual previo y está más interesada en aprender a construir modelos para proyectos de ciencias. De todos modos, como la geomaqueta es intuitiva, en algunas ocasiones se considera que se explica por sí misma y no requiere del video complementario.

En todo caso, la publicación de estos videos en Youtube amplió el alcance dimensionado inicialmente para este proyecto. Se espera entonces que la geomaqueta en sus diferentes fases aporte a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la Tierra, en este caso del fenómeno de las estaciones y sus causas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El proceso de construcción de la geomaqueta desde cero es un ejercicio que brinda claridad en el entendimiento del fenómeno de las estaciones. La actividad misma de construir con las propias manos implica que quien realiza la maqueta entiende las variables fundamentales del fenómeno que va a ser representado, y por ello puede afianzar conceptos que a primera vista resultan abstractos.
- Los costos de la construcción y decoración de la geomaqueta rondan los seis dólares estadounidenses, por lo que esta geomaqueta es accesible para público de diferentes condiciones económicas.
- Se invita a los docentes de todos los grados de la educación básica y media que aborden el tema de las causas de las estaciones, a realizar la maqueta para interiorizar los conceptos. Una vez realizada, tendrán a su disposición un material didáctico apto para mostrar, compartir y debatir con estudiantes de cuarto grado en adelante, según los diferentes niveles de profundidad y detalle que se requiera.
- Si el constructor va a ser un estudiante, se recomienda que sea de noveno grado en adelante o cuando ya tenga nociones sobre movimiento circular y mecanismos de poleas. Así, el funcionamiento de la geomaqueta pasará a un segundo plano y podrá visualizar mejor el fenómeno de las estaciones y sus variables.
- Las jornadas pedagógicas realizadas en público no especializado de diferentes edades demostraron que el uso e interacción con la geomaqueta previamente construida resulta esclarecedor y llamativo: en los adultos se observó un fuerte arraigo de la idea de que la distancia al Sol es una variable importante en el origen de las estaciones. Asimismo, la interacción con la geomaqueta borró esa

percepción y llevó a los adultos a identificar fácilmente la inclinación del eje terrestre y su orientación fija durante la traslación como las variables de mayor importancia.

- En el caso del público más joven, antes de la interacción con la geomaqueta no se identificaron ideas previas arraigadas, pero tampoco claridad en el fenómeno. Después de la interacción con la maqueta, los participantes de las jornadas pedagógicas visualizaron que las estaciones no ocurren únicamente en el hemisferio norte y explicaron de manera sintética las principales variables que generan las estaciones del año.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Diplomado en Enseñanza de las Ciencias de La Tierra de la Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme los conceptos teóricos, aclaraciones, correcciones y sugerencias necesarias, y por crear el espacio que propició el desarrollo de este proyecto. Al geólogo Manuel Sánchez por su aporte en el diseño del mecanismo de poleas de la maqueta. Al ingeniero Pedro Ramos por su aporte en el mecanismo de iluminación. A todas las personas que participaron en las jornadas pedagógicas, con sus preguntas, inquietudes y curiosidad. Al público de Youtube que con sus visualizaciones, reacciones y comentarios hacen que este trabajo tenga mayores alcances de los esperados.

REFERENCIAS

- Alaniz Álvarez, S. y Nieto Samaniego, Á. F. (2008). El clima dependiendo de un hilo (Primera edición). UNAM, Centro de Geociencias.
- Alsop, T. (2005). Seasons. En J. E. Oliver (Ed.), *Encyclopedia of World Climatology* (pp. 651-655). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/1-4020-3266-8_183
- Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 13(1), 81-96. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4286>
- Cardenete García, S. (2011). Sol, Tierra y Luna. Movimientos relativos y sus consecuencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 8(Número extraordinario), 512-518. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2011.v8.iextra.21
- Espín, E. (2017). Recursos didácticos en el área de ciencias naturales y su influencia en el aprendizaje de los estudiantes del octavo grado de educación general básica de la unidad educativa El Maná, durante el periodo escolar 2016-2017 [Pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4685>
- Galperín, D. (2022). Diseño de una secuencia topocéntrica de enseñanza-aprendizaje de las estaciones del año para nivel primario. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 180101-180117. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1801
- González, C. (2005). Confrontación entre la postura geocéntrica y la heliocéntrica. Experiencia de trabajo con un grupo de segundo grado de educación primaria. *Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina*, 6493-6504. <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal10/Enseñanzadelageografia/Investigacionydesarrolloeducativo/16.pdf>
- Ramos Gómez, M. A. (2021a, marzo 27). Maqueta traslación de la Tierra, giratoria y con luz [Youtube]. <https://www.youtube.com/watch?v=IjNOUGHitW4>
- Ramos Gómez, M. A. (2021b, marzo 27). ¿Por qué hay estaciones en la Tierra? [Youtube]. <https://www.youtube.com/watch?v=xAyDpuHMmBA>
- Redondo, F., y Cañada, F. (2016). Concepciones alternativas de alumnos de segundo y tercer ciclo de primaria, sobre el sistema Sol-Tierra-Luna.

Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 46(1), 147-174.

<https://doi.org/10.48102/rlee.2016.46.1.195>

Rodríguez, A. B., y Ramírez, L. J. (2014). Aprender haciendo – investigar reflexionando: Caso de estudio paralelo en Colombia y Chile. *Academia y Virtualidad*, 7(2), 53-63. <https://doi.org/10.18359/ravi.318>

Tarback, E., y Lutgens, F. (2005). Capítulo 18. Glaciares y glaciaciones. En *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física* (Octava edición, pp. 505-536). Pearson Educación S. A.

ANEXO 1

Indagación acerca de las razones que causan las estaciones del año

La indagación sobre nociones del origen de las estaciones, a partir de la pregunta "¿Por qué crees que hay estaciones en el planeta Tierra?", arrojó las ideas reseñadas a continuación:

Grupo 1. 12 años

"Tiene algo que ver con los rayos del Sol: llegan diferente a la Tierra y por eso la energía hace que haya calor en el verano y frío en el invierno".

Grupo 2. 16-18 años

"En el Ecuador solamente hay lluvias y periodos secos. En el hemisferio norte sí hay cuatro estaciones, porque está más cerca del polo".

"Igual, tiene que ver con la luz en los diferentes meses del año: cuando la Tierra da la vuelta al Sol, hay momentos donde los días son más largos como en el verano o noches más largas, como en el invierno."

Grupo 3. 20 años

"Cuando la Tierra hace el movimiento de traslación, la luz llega de forma diferente, dependiendo de la latitud. Creo que eso causa el efecto de calor y frío en las estaciones de verano e invierno".

Grupo 4. 28-30 años

"Yo he escuchado que tiene algo que ver con el eje terrestre, aunque siempre relaciono la rotación al día y la noche. No sabría cuál es la influencia con las estaciones. Sin embargo, sí es claro que en la franja del Ecuador la radiación solar es igual y por eso acá no hay estaciones".

- "En las latitudes altas, los rayos del Sol impactan de forma diferente. Por ejemplo, cuando la Tierra está expuesta por más tiempo a los rayos, los días son largos y hay verano. Cuando los rayos no inciden, los días son más cortos y hay invierno".

Cabe resaltar que, una vez iniciada la explicación, los participantes mostraron sorpresa cuando se mencionó que el eje de rotación está inclinado, evidenciando así, desconocimiento de características de nuestro planeta.

Grupo 5. 30 años

"Es el resultado de la interacción de varias cosas. La traslación, el eje de rotación de la Tierra que está inclinado, y el tiempo de exposición de la superficie a los rayos del Sol, según la época del año".

Grupo 6. 55-65 años

- "Por la diferencia en las horas de luz que hay según la época del año. Los inviernos son oscuros y con noches largas y los veranos son más soleados con días largos".

- "Cuando la Tierra está más alejada del Sol recibe menos energía y es más fría, entonces ocurre el invierno. Cuando está más cerca del Sol, la temperatura es mayor y ocurre el verano".

- "Recuerdo que tiene que ver con el eje de rotación de la Tierra y su inclinación. Eso hace que los rayos del Sol le peguen a la Tierra más directo o por un lado".

Manuscrito recibido: 16 de mayo de 2022

Manuscrito corregido recibido: 2 de junio de 2022

Manuscrito aceptado: 6 de junio 2022

UNA PRÁCTICA EDUCATIVA PARA ABORDAR EL TEMA DE LA SEQUÍA EN CHILE

Eduardo Antonio Jaime Muñoz

Universidad de Valparaíso, Código Postal 2362415, Valparaíso, Chile
ejaimemedioambiente@gmail.com

RESUMEN

Se presenta un caso de estudio relacionado a la sequía como temática educativa, que permite entender las características climáticas que se dan en el pueblo de Pedregal, en la comuna de Monte Patria, provincia del Limari, región de Coquimbo, Chile. Metodológicamente, se elaboró un guion educativo con el fin de mostrar a los estudiantes como la sequía ha ido impactando la agricultura de subsistencia que existe en el área de estudio. Se confeccionó una tabla con las precipitaciones que se dan en el lugar y se propusieron actividades educativas en campo para realizar con los estudiantes de la escuela del pueblo. Se les pidió a los estudiantes que llenaran fichas con datos climáticos para mostrar que esta metodología permite generar estrategias educativas para incentivar el desarrollo de la enseñanza de las ciencias de la Tierra, en contextos rurales que están siendo afectados por la sequía.

Palabras clave: Sequía, clima, ciencias de la Tierra y medio ambiente.

ABSTRACT

A case study related to drought as an educational topic is presented, which allows understanding the climatic characteristics that occur in the town of Pedregal, in the commune of Monte Patria, Limari province, Coquimbo region, Chile. Methodologically, an educational script was developed to show students how drought has been impacting subsistence agriculture in the study area. A table containing the rainfall in the area was prepared, and educational field activities were proposed to be carried out with the students of the village school. The students were asked to fill out cards with climatic data to show that this methodology allows generating educational strategies to encourage the development of Earth science education in rural contexts that are being affected by drought.

Keywords: Drought, climate, earth sciences and environment.

INTRODUCCIÓN

La organización Naciones Unidas “asegura que la sequía está a punto de convertirse en la próxima pandemia, recuerda además que no existe una vacuna contra esta calamidad que ha afectado de manera directa a 1500 millones de personas en lo que llevamos de siglo” (Colorado, 2021).

La difícil situación de escasez hídrica que atraviesa el mundo sin duda despierta la preocupación de las autoridades, las que han planteado una serie de medidas para ayudar a las comunidades que están siendo afectadas por las consecuencias de la falta de agua. En este contexto, la educación es un elemento que puede contribuir al cuidado del agua promoviendo la formación de conocimientos, valores y actitudes. Por esta razón, se ha planteado la siguiente pregunta de investigación ¿Qué práctica educativa aborda la sequía desde el punto de vista educativo?

La sequía como temática pedagógica ha sido un contenido poco trabajado en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra. En este sentido es importante destacar lo tratado en el artículo publicado en el periódico electrónico de la Universidad Central de Chile (2016). Según el académico Antonio Peralta, de la Facultad de Ingeniería, uno de los principales problemas de las épocas secas es la falta de instrucción cívica frente a estos fenómenos debido a la mala gestión e información sobre los recursos hídricos disponibles.

Considerando la información presentada por el especialista, cabe señalar que unos de los principales problemas que existe en la ciudadanía es la falta de educación cívica que permita crear conciencia en el cuidado del agua, para generar puentes entre las distintas instituciones con las comunidades.

Para desarrollar el guion de clase se propone una salida de campo, con el fin de recopilar antecedentes relacionados a los impactos de la sequía que se presenta en el pueblo de Pedregal en la Comuna de Monte Patria. En esta actividad, se entregan fichas a los estudiantes, donde se debe registrar el nombre del lugar, las coordenadas geográficas, hacer el dibujo del paisaje, recopilar algunos relatos de los campesinos y elaborar la cartografía de la unidad de estudio.

Este trabajo es relevante ya que permite a través de un enfoque educativo, generar un trabajo escolar que relacione el tema de

la sequía con la comunidad escolar. Se encuentra dividido en una primera parte donde se presenta el estado de la cuestión, luego la metodología de trabajo, los resultados, la conclusión y finalmente se adjunta la bibliografía utilizada.

ESTADO DE LA CUESTIÓN

La sequía se ha transformado en una problemática ambiental recurrente en la realidad que viven muchas comunidades a lo largo del mundo. “En el cuerno de África. La sequía avanza mientras trece millones de personas sufren hambre. Tres temporadas consecutivas de lluvias escasas provocan grandes pérdidas agrícolas y ganaderas en Etiopía, Kenia y Somalia. Los pronósticos apuntan a un mayor deterioro de la situación” (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2022).

Analizando la situación del cuerno de África, podemos señalar que no solo la sequía está presente en países como Chile, que es la nación donde desarrolla la práctica educativa, sino también en otras latitudes donde la población está siendo afectada por la falta de agua, produciendo enfermedades y pobreza que afectan la salud de niños y personas en el continente africano.

En Chile la crisis del agua ya no solo es un problema que esté afectando a la agricultura produciendo pérdidas a las plantaciones que existen en el campo, la falta de agua también está afectando a las escuelas rurales. Así lo da a conocer la nota periodística “Escuelas rurales sin agua: otro drama de la crisis hídrica del sur de Chile”. La escasez de agua es una realidad en todo el territorio nacional.

En distintas zonas la sequía alcanza niveles sobre el sesenta por ciento perjudicando las comunidades rurales y, en particular a las escuelas” (Figueroa, 2017).

Esta situación es muy preocupante para las autoridades de los establecimientos educacionales quienes ante la falta de agua en las escuelas deben suspender las clases o solicitar al apoyo de las autoridades locales, dejando en evidencia como el agua es indispensable para poder desarrollar las actividades educativas.

En el sector de Pedregal, en la comuna de Monte Patria, región de Coquimbo, Chile, la sequía es un problema que está afectando la mayoría de los huertos, se han secado y el agua escasea cada día.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada consistió en los siguientes pasos:

- 1) Elaboración de un guion de clase.
- 2) Revisión de los planes y programas de la asignatura de Historia, Geografía y Ciencias Sociales del Ministerio de Educación Chile (2022).
- 3) Registro y análisis de una tabla con los datos pluviométricos de la estación meteorológica de Tulahuén, cercana al pueblo de Pedregal, comuna de Monte Patria, provincia del Limari, región de Coquimbo (Dirección General de Aguas [DGA], 2022).
- 4) Revisión y análisis de datos de clima en el Atlas Geográfico para la Educación (Instituto Geográfico Militar, 2012) y el libro La importancia de los humedales del río Mostazal, Comuna de Monte Patria-Región de Coquimbo (Jorquera et al., 2012).
- 5) Revisión y análisis del texto “Técnicas para investigar, recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación” (Yuni y Urbano, 2014).

RESULTADOS

En este trabajo se presentan los formatos y resultados de llevar a cabo la práctica a seis estudiantes de 5.º y 6.º básico de la escuela El

Tayán, los días 02 y 09 de mayo del 2021. La escuela está ubicada en la comuna de Monte Patria en los alrededores del valle de Mostazal, lugar donde se ubica el pueblo de Pedregal, Chile.

Guion de Clase

Profesor	Eduardo Jaime Muñoz
Tiempo asignado	2 sesiones pedagógicas.
Unidad de aprendizaje	Diversidad geográfica de Chile: principales rasgos físicos y recursos de las distintas zonas naturales del país.
Horario	11: 30 a 13: 00 horas
Temática	Conocer y comprender el clima a partir de la sequía.
Curso	Quinto año básico

Criterios pedagógicos

Objetivo general	Objetivo de aprendizaje	Recursos pedagógicos
Promover ambientes propicios para el desarrollo de aprendizajes significativos.	Caracterizar las grandes zonas de Chile y sus paisajes (Norte Grande, Norte Chico, Zona Central, Zona Sur y Zona Austral), considerando ubicación, clima (temperatura y precipitaciones), relieve, hidrografía, población y recursos naturales, entre otros.	1. Guía de trabajo 2. Lápices de colores 3. Goma 4. Cámara fotográfica

Secuencia didáctica

Inicio

Los estudiantes observan un video relacionado con la sequía y sus efectos en el entorno natural de las comunidades rurales.

Desarrollo

Los estudiantes realizan una salida a terreno a los huertos en el sector de Pedregal, donde trabajan en una ficha entregada por el docente con el fin de conocer y comprender el clima a partir de la sequía (Figura 1).

Final

Los estudiantes realizan una feria científica en la escuela con el fin de conocer los efectos de la sequía en la localidad de Pedregal.



Figura 1. El profesor conversa con los estudiantes durante el trabajo de campo.

Ficha para llenado del estudiante

Guía de trabajo educativo	
Nombre del estudiante	
Curso	
Nombre del lugar donde trabajo	
Anota las coordenadas geográficas del lugar utilizando Google Earth, 2022. Debe de haber una coordenada Longitud Oeste y otra Latitud Sur. Obtenla de Google Earth, están en la parte baja están; por ejemplo, 30° 41' Latitud Sur y 70° 57' Longitud Oeste	
Datos pluviométricos tomados de la Figura 2.	
Según la Figura 2, ¿en qué año llovió más y menos en la zona?	
Utilizando un atlas geográfico, los datos presentados y con la ayuda del docente identifica el clima del lugar.	
Describe como es la temperatura en la noche y en el día del lugar.	
Con la ayuda de la cámara fotográfica toma una fotografía del lugar que has observado regístrala en esta ficha (Figura 3).	
Anota el nombre de los árboles que se han secado producto de la sequía observados en la fotografía (opcional).	
Entrevista a un integrante de tu familia y pregunta como la sequía está afectando el huerto.	
Escribe lo que has aprendido de la actividad.	

En los siguientes vínculos se ven las fichas completadas por los estudiantes:

[Balery](#)

[Franco](#)

[María José](#)

[Mayra](#)

(Anexo 1)

Evaluación de los aprendizajes de la propuesta pedagógica

Rúbrica				
Indicador	No logrado (1 punto)	Medianamente logrado (3 puntos)	Logrado totalmente (6 puntos)	Puntaje
Reconoce la zonas geográficas de Chile.			X	
Identifica a través de un video el problema de la sequía.			X	
Diferencia un paisaje con características naturales áridas afectado por la sequía.		X		
Analiza los datos pluviométricos y temperatura de la zona de estudio.		X		
Reconoce el clima que existe en el lugar de estudio.		X		
Registra en el dibujo del paisaje natural el clima seco que existe en Pedregal.			X	
Escribe adecuadamente el nombre de los árboles que están secos (opcional).				
Elabora y aplica entrevista a los campesinos de la zona de estudio			X	
Puntaje	0	9	24	33

CONCLUSIONES

- La práctica educativa puesta en valor en este trabajo contribuye a articular la educación con temáticas propias de las ciencias de la Tierra como lo es el clima, un contenido muy relevante para la comprensión de los cambios que está experimentado nuestro planeta.
- El despliegue curricular de la propuesta es interesante ya que se basa en los efectos de la sequía en una localidad rural, ubicada en la comuna de Monte Patria en la región de Coquimbo, Chile que tiene como fin propiciar aprendizajes y espacios significativos para la mejora de las practicas

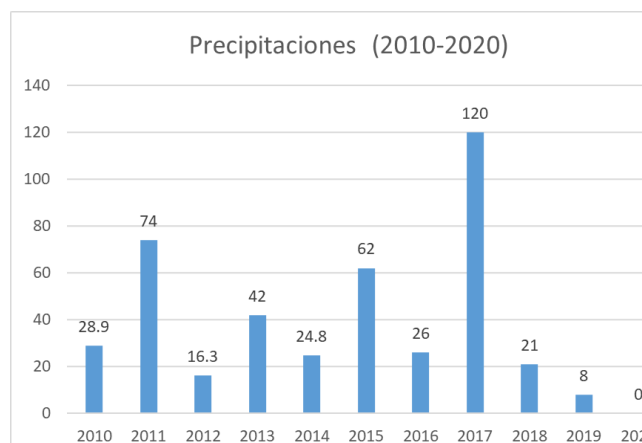


Figura 2. Precipitaciones máximas anuales. Estación Tulahuén localidad cercana a Pedregal (mm). Fuente: (DGA, 2010-2019)

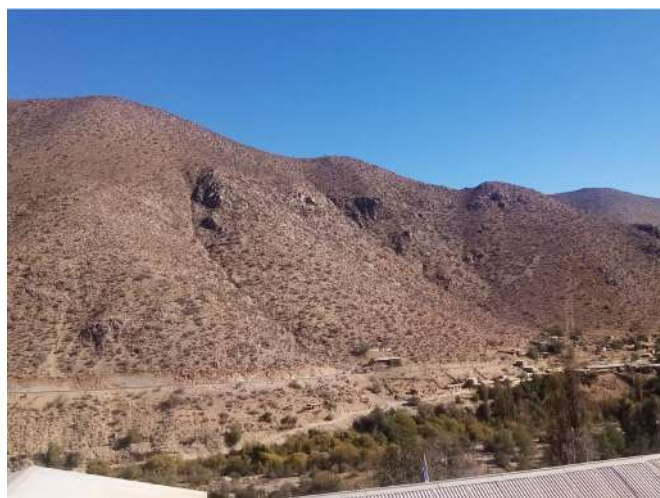


Figura 3. Fotografías tomadas por los alumnos durante la práctica escolar.

pedagógicas que se desarrollan en lugares afectados por la sequía.

- Desde el punto de vista actitudinal es relevante mencionar como esta propuesta de trabajo recoge un problema ambiental, como lo es la falta de conciencia ambiental, en torno al cuidado del agua que hoy en la actualidad es una preocupación de las autoridades que buscan crear campañas para que la ciudadanía pueda cuidar de mejor manera este recurso indispensable para el desarrollo de la sociedad.
- En relación con el objetivo de la propuesta es importante valorar el desarrollo de clases al aire libre, promoviendo una formación distinta en los estudiantes, vinculando sus aprendizajes con la realidad que presenta el medio natural donde ellos viven junto a sus familias, fortaleciendo el compromiso, respeto y responsabilidad de cuidar y proteger su medio natural.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a las escuelas rurales multigrado de El Tayán, Carmela Prat y El Coipo, a los profesores que participaron del proyecto y la Ilustre Municipalidad de Monte Patria por apoyarnos en el desarrollo de los talleres de Ciencia y Medio Ambiente.

REFERENCIAS

- Colorado, M. (25 de mayo 2021). ONU: la sequía y la desertificación podrían ser la "próxima pandemia". France 24. <https://www.france24.com/es/programas/medio-ambiente/20210619-medio-ambiente-sequia-desertificacion-pandemia-onu>.
- Figueroa, N. (20 de agosto 2017). Escuelas rurales sin agua: otro drama, de la crisis hídrica del sur de Chile. diarioUchile. <https://radio.uchile.cl/2017/08/20/escuelas-rurales-sin-agua-otro-drama-de-la-crisis-hidrica-del-sur-de-chile/>.
- Dirección General de Aguas (2022). Datos pluviométricos de la estación Tulahuén entre los años 2000-2020, <https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes>.
- Jorquera, A. C. Iturrieta, F. Sánchez, M. Valdés, M. Espinosa & S. Espinosa. (2012). La importancia de los humedales del río Mostazal, comuna de Monte Patria. una vigilancia del río Mostazal y sus afluentes, Proyecto Fondo de Protección Ambiental FPA 4-G-O11-2012 El valle en nuestras manos: Junto protegiendo la biodiversidad de los humedales que mantienen nuestra vida y cultura. Chile.
- Instituto Geográfico Militar (2012). Atlas Geográfico para la educación, Chile.
- Universidad Central de Chile (19 enero 2016) Educación frente a la sequía. https://www.ucentral.cl/educacion-frente-a-la-sequia/prontus_ucentral2012/2016-01-19/154916.html
- Ministerio de Educación (2022). Currículum Nacional. Historia, Geografía y Ciencias Sociales. Chile. <https://www.curriculumnacional.cl/portal/Educacion-General/Historia-geografia-y-ciencias-sociales/Historia-Geografia-y-Ciencias-Sociales-5-basico/>.
- Organización de las Naciones Unidas (25 de mayo, 2022). Cuerno de África. La sequía avanza mientras trace millones de personas sufren hambre. <https://news.un.org/es/story/2022/02/1503732>.
- Yuni, J., y Urbano, C. (2014). Técnicas para investigar: recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación 1a ed., Córdoba: Brujas, volumen 2.

Manuscrito recibido: 24 de abril de 2022

Manuscrito corregido recibido: 23 de mayo de 2022

Manuscrito aceptado: 30 de mayo 2022

ANEXO 1. Fichas contestadas por algunos estudiantes.

54^b

GUIA DE TRABAJO EDUCATIVO

Nombre: Miguel Costa González
 Curso: 5º Básico

Unidad de aprendizaje: Diversidad geográfica de Chile: principales rasgos físicos y recursos de las distintas zonas naturales del país.
 Temática: Conocer y comprender el clima a partir de la sequía.
 1. Lea y desarrolle las siguientes actividades que se presentan en la ficha.
 1. Lugar de trabajo: Escuela El Cozón
 2. Anota la coordenada geográfica del lugar utilizando (Google Earth, 2022) 30° 5' 29.32" S 70° 49' 26.72" W
 3. Distancia en relación a la escuela 5 metros
 4. Datos pluviométricos

Grafico N°1: Precipitaciones máximas anuales Estación Tuluahuén localidad cercana a Pedregal (mm). Fuente: (DGA, 2010-2020).
 5. Según la grafico N°1, que se muestra en la ficha que año llovió más y menos en la zona
El año de 2017 llovió más y en el 2020 llovió menos

6. Utilizando un atlas geográfico, datos presentados y con la ayuda del docente identifica el clima del lugar.
Estepa fría

7. Describe como es la temperatura en la noche y en el día del lugar:
En la mañana es día y de noche es frío

8. Dibuja el paisaje natural que has observado, identificando las zonas que han sido afectadas productos de la sequía.



9. Entrevista a un integrante de la familia y pregunta como la sequía está afectando el huerto.
Las plantas se secan algunas caídas se mueren se secan y no hay agua para regar las plantas y también agua para los patos

10. Escribe lo que has aprendido de la actividad.
que hay que cuidar el agua al momento de regar las plantas

GUIA DE TRABAJO EDUCATIVO

Nombre: Guillermo González Lillo
 Curso: 5º Básico

Unidad de aprendizaje: Diversidad geográfica de Chile: principales rasgos físicos y recursos de las distintas zonas naturales del país.
 Temática: Conocer y comprender el clima a partir de la sequía.
 1. Lea y desarrolle las siguientes actividades que se presentan en la ficha.
 1. Lugar de trabajo: El Huerto
 2. Anota la coordenada geográfica del lugar utilizando (Google Earth, 2022) 30° 58' 29.33" S 70° 44' 26.42" W
 3. Distancia en relación a la escuela 5 metros
 4. Datos pluviométricos

Grafico N°1: Precipitaciones máximas anuales Estación Tuluahuén localidad cercana a Pedregal (mm). Fuente: (DGA, 2010-2020).
 5. Según la grafico N°1, que se muestra en la ficha que año llovió más y menos en la zona
llovió más en 2018 y menos en 2020

6. Utilizando un atlas geográfico, datos presentados y con la ayuda del docente identifica el clima del lugar.
Estepa fría de montaña

7. Describe como es la temperatura en la noche y en el día del lugar
En el día es caluroso y de noche es frío

8. Dibuja el paisaje natural que has observado, identificando las zonas que han sido afectadas productos de la sequía.



9. Entrevista a un integrante de tu familia y pregunta como la sequía está afectando el huerto.
En los huertos para regar las plantas y para el pasto que se ha bajado mucho y no hay agua para regar

10. Escribe lo que has aprendido de la actividad.
que hay que cuidar el agua y que hay que regar las plantas y el pasto

GUIA DE TRABAJO EDUCATIVO

Nombre: Paulina Antonella Casas Villalón
 Curso: 5º Básico

Unidad de aprendizaje: Diversidad geográfica de Chile: principales rasgos físicos y recursos de las distintas zonas naturales del país.
 Temática: Conocer y comprender el clima a partir de la sequía.
 1. Lea y desarrolle las siguientes actividades que se presentan en la ficha.
 1. Lugar de trabajo: Escuela El Cozón
 2. Anota la coordenada geográfica del lugar utilizando (Google Earth, 2022) 30° 58' 29.33" S 70° 44' 26.72" W
 3. Distancia en relación a la escuela 5 metros
 4. Datos pluviométricos

Grafico N°1: Precipitaciones máximas anuales Estación Tuluahuén localidad cercana a Pedregal (mm). Fuente: (DGA, 2010-2020).
 5. Según la grafico N°1, que se muestra en la ficha que año llovió más y menos en la zona
llovió más en 2017 y menos en 2020

6. Utilizando un atlas geográfico, datos presentados y con la ayuda del docente identifica el clima del lugar.
El clima es una estepa fría de montaña

7. Describe como es la temperatura en la noche y en el día del lugar
En el día el clima es caluroso y en la noche el clima es más frío

8. Dibuja el paisaje natural que has observado, identificando las zonas que han sido afectadas productos de la sequía.



9. Entrevista a un integrante de tu familia y pregunta como la sequía está afectando el huerto.
que todos los plantas se están secando y que no hay agua para regar las plantas y el pasto

10. Escribe lo que has aprendido de la actividad.
que hay que cuidar el agua porque hay una sequía muy grande y por que hay mucha agua que se va

VIDEOS ANIMADOS “LA CIENCIA DE LOS VOLCANES”

Elizabeth Rangel-Granados^{1*}, Alberto Vásquez-Serrano²

¹Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, C.P. 04510 Coyoacán, Ciudad de México, México. elizrangel@gmail.com.

²Departamento de Procesos Litosféricos, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, C.P. 04510 Coyoacán, Ciudad de México, México.

RESUMEN

La serie “La ciencia de los volcanes”, conformada por cuatro videos animados, busca explicar de manera sencilla y visual fenómenos volcánicos complejos tales como: las causas de una erupción volcánica, el proceso de fragmentación del magma, la relación entre las erupciones volcánicas y el clima, y cómo los vulcanólogos pueden saber la edad de una erupción. Estos videos fueron diseñados con el estilo de animación stop motion, el cual utiliza una secuencia de fotografías que se reproduce a gran velocidad para dar la sensación de movimiento. Los videos se crearon para un público con un amplio rango de edades, desde niños mayores de 10 años hasta adultos de todas las edades, además de que pueden ser utilizados por docentes de educación básica, media y superior (para aquellas carreras relacionadas con Ciencias de la Tierra) para complementar sus clases. Estos videos fueron publicados en un canal dedicado a compartir videos (YouTube©) para su fácil acceso.

Palabras clave: volcanes, videos, stop motion, magma, lava, erupciones, cambio climático, radiocarbono

ABSTRACT

The series “La ciencia de los volcanes”, composed of four animated videos, explains in a simple and visual way complex volcanic phenomena such as: the causes of volcanic eruptions, magma fragmentation process, the relationship between volcanic eruptions and the weather, and how volcanologists can determine the age of an eruption. These videos were designed with the stop motion animation style, which uses a photograph sequence that is played at high speed to give the sensation of movement. The videos were created for an audience with a wide age range, from children over 10 to adults of all ages, besides that they can be used by primary, secondary and

bachelor teachers (for those careers related to Earth Sciences) to complement their classes. These videos were posted on a sharing video channel (You Tube©) for easy access.

Keywords: volcanoes, videos, stop motion, magma, lava, eruptions, climate change, radiocarbon.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia humana, los volcanes y sus erupciones han generado mucho temor y respeto, ya que traen consigo catástrofe, pero también asombro, admiración, curiosidad e inspiración, ya que brindan belleza y fertilidad. Un volcán es una apertura en la superficie de la Tierra por donde sale roca fundida y gases. Estos materiales pueden acumularse alrededor de dicha apertura y formar elevaciones con formas diversas (Lockwood y Hazlett, 2010). Debido al temor y asombro, aunado al desconocimiento científico que se tiene de los fenómenos volcánicos, es que muchas culturas alrededor del mundo han tejido leyendas y creencias en torno a los volcanes tratando de explicar y entender a dichos fenómenos. Por ejemplo, en Chile, existe una leyenda acerca de una serpiente gigantesca llamada “Piriquina”, la cual sale de los volcanes y desciende por sus laderas hasta enfriarse y convertirse en piedra (Servicio Nacional de Geología y Minería [SERNAGEOMIN], 2021). Los vulcanólogos conocen a esta serpiente como flujo de lava. Hasta hace poco, en Nicaragua (en los volcanes Cosigüina y Masaya), África (en los volcanes Nyamuragira y Nyiragongo) e Indonesia (en el volcán Bromo), se hacían sacrificios humanos y de animales domésticos con el fin de apaciguar la furia de los dioses que se cree que viven en los volcanes (Sigurdsson, 2000). Además, algunas de las ciudades más pobladas del mundo (p.ej., Ciudad de México con

9,209,944 habitantes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020); Nápoles, Italia con 947,000 habitantes (Istituto Nazionale di Statistica [Istat], 2021)) se ubican bajo la sombra de volcanes activos. Lo anterior, hace necesario que toda la población de estas zonas adquiera información científica básica relacionada con los volcanes que sea entendible y que esté a disposición de toda la gente. En los últimos años, los videos divulgativos junto con las infografías (representación visual de información), han representado instrumentos importantes para la comunicación del conocimiento, sobre todo cuando se transmiten a través de las redes sociales (p.ej. Facebook®, Instagram®, Tik-Tok®, YouTube®).

El proyecto de divulgación “La ciencia de los volcanes” surgió como parte de un diplomado en enseñanza de Ciencias de la Tierra que se impartió en línea durante el año 2020 por el Centro de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. En dicho diplomado se abordaron conceptos básicos relacionados con la Física, Geografía y Ciencias de la Tierra (p.ej., densidad, viscosidad, presión atmosférica, condensación, albedo, isótopos, decaimiento radiactivo), los cuales se demostraban de manera experimental. A partir de este diplomado, y con el objetivo de contribuir con un granito de arena al esfuerzo que han emprendido algunos colegas en la transmisión del conocimiento relacionado con las Ciencias de la Tierra (p.ej., Planeteando, Terrabrújas, volcanesdemexico.mx), surgió la idea de explicar fenómenos volcánicos que tuvieran cierta implicación con algunos de los conceptos vistos durante el diplomado. De esta manera, el presente proyecto busca explicar, de manera sencilla y a través de videos animados, fenómenos volcánicos complejos que van desde la definición de magma y los procesos de su ascenso a la superficie, hasta la manera en cómo afectan las erupciones volcánicas al clima y cómo podemos conocer la edad de una erupción. El proyecto, en una primera etapa, consta de 4 videos con una duración de entre 1:27 a 2:47 minutos. Dichos videos han sido colocados en un canal de YouTube® para su fácil acceso.

METODOLOGÍA

La metodología empleada consistió en cuatro pasos: en el primero se definieron los temas a tratar y se elaboraron los guiones, para esto se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva y se escribió un guion buscando que tuviera un lenguaje lo más simple posible; en el segundo paso se preparó la escenografía y materiales necesarios para los videos; en el tercer paso se realizó la edición y revisión de los videos; y en el cuarto paso se publicaron en un sitio web dedicado a compartir videos (YouTube®).

Temática

Los fenómenos volcánicos abordados en los videos animados están asociados con procesos complejos, los cuales se dividieron en cuatro capítulos. En el primer capítulo titulado “El magma y las causas de una erupción volcánica” se aborda la definición de magma, las partes de un volcán y se trata de responder a la pregunta de por qué hace erupción un volcán. El segundo capítulo “Tipos de actividad volcánica y la fragmentación del magma” trata sobre las maneras en las cuales el magma puede ser expulsado a la superficie terrestre, y resaltamos las diferencias entre actividad efusiva y actividad explosiva. Adicionalmente, en este capítulo se explica el proceso de fragmentación, el cual es fundamental para entender cómo se origina una erupción volcánica explosiva. En el tercer capítulo “Las erupciones volcánicas y el clima” se explica los efectos que tienen las erupciones volcánicas explosivas de gran magnitud sobre el clima. El

cuarto capítulo “¿Cómo sabemos la edad de una erupción volcánica? El método de radiocarbono”, muestra la manera en la que se conoce la edad de una erupción a través del método de radiocarbono.

Así mismo, debido a que los fenómenos volcánicos están asociados con ciertos procesos físicos básicos, se abordan algunos conceptos de la serie de libros “Experimentos simples para entender una Tierra complicada” publicados por la Universidad Nacional Autónoma de México. Los conceptos tratados en los videos son la densidad, viscosidad, condensación, aerosoles, albedo, isótopos, decaimiento radioactivo y algunas leyes físicas, como la Ley de Boyle.

Animación en “stop motion”

Los videos se realizaron con una técnica de animación y video denominada *Stop Motion*, la cual consiste en la toma de fotografías secuenciales que se reproducen a gran velocidad para dar una sensación de movimiento. Para este fin utilizamos la herramienta Stop Motion Studio®, la cual es una aplicación comercial para teléfonos móviles con sistema Android. Esta aplicación cuenta con una interfaz de usuario bastante sencilla e intuitiva que, además de reproducir las fotografías a gran velocidad (la velocidad empleada para los videos de “La ciencia de los volcanes” fue de 4 cuadros por segundo [FPS]), permite hacer una edición completa del video, ya que cuenta con un canal de audio y sonido para la música de fondo, los efectos de sonido y la voz narrativa, y se le pueden añadir títulos y créditos, texto, dibujos e imágenes (Figura 1).



Figura 1. Interfaz de usuario de la aplicación Stop Motion Studio® para teléfonos móviles con sistema Android.

CONSTRUCCIÓN DE LA ANIMACIÓN

Escenografía

Para la escenografía se utilizaron materiales básicos de papelería tales como cartulinas, fomi de diferentes colores, plastilina, algodón, plumones, plumas y tijeras. Buscamos plasmar en las figuras y etiquetas elaboradas las ideas del guion y los modelos geológicos conocidos para los fenómenos volcánicos tratados (Figura 2a).

Fotografías

Una vez montada la escenografía, se procedió a tomar una serie de fotografías donde los elementos de la animación (nubes, etiquetas, personas, animales, partes del sistema volcánico, etc.) tuvieron distintas posiciones para simular el movimiento (Figura 2b). En general, se tomaron entre 282 y 601 fotografías para cada uno de los videos. Las fotografías se tomaron con la cámara de un teléfono móvil, el cual se mantuvo fijo con un soporte flexible adherido a una mesa de trabajo.

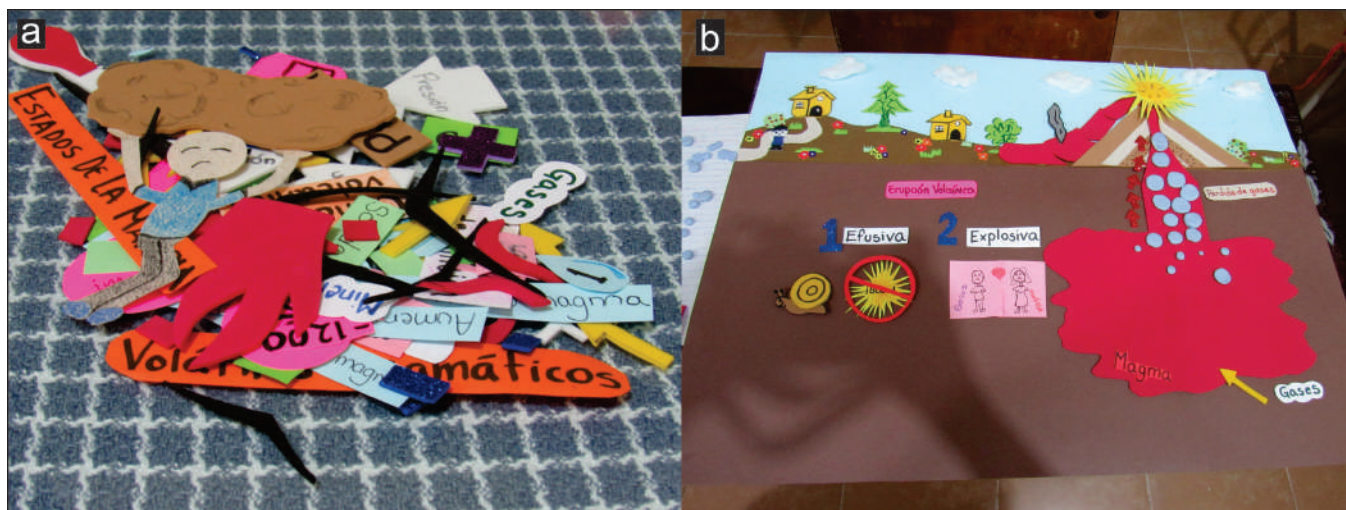


Figura 2. a) Figuras y etiquetas realizadas en cartulina y fomi, usadas en los videos. b) Escenografía con figuras y etiquetas simulando el movimiento.

RESULTADOS

Los resultados de la primera etapa del proyecto “La ciencia de los volcanes” se resumen en cuatro videos que sientan las bases para entender conceptos complejos de vulcanología.

Ligas de los videos de la primera etapa:

Capítulo I – El magma y las causas de una erupción volcánica

<https://youtu.be/WUveKa5EePY>

Capítulo II – Tipos de actividad volcánica y la fragmentación del magma

<https://youtu.be/o9oKhsiDfB4>

Capítulo III – Erupciones volcánicas y el clima

https://youtu.be/iBMcl11_xoY

Capítulo IV - ¿Cómo sabemos la edad de una erupción?

<https://youtu.be/4DPdM6-YSwU>

IMPLEMENTACIÓN

Los cuatro videos animados se cargaron a un canal de YouTube© (canal de Elizabeth Rangel) y fueron difundidos en un sitio web y en un taller en línea. El sitio web donde se difundieron los videos se llama “Volcanes de México.mx” (<https://volcanesdemexico.mx/>) y está dedicado a compartir información básica, así como datos curiosos de los volcanes mexicanos. Por su parte, el taller en línea formó parte de una serie de talleres ofrecidos al público en general por el Instituto de Geología a través de su oficina de Educación Continua. Desde la publicación de los videos en el canal de YouTube©, el 17 de marzo del 2021, hasta ahora, han tenido un total de 602 vistas. El video más visto es “¿Cómo sabemos la edad de una erupción?” con 242 vistas, y el menos visto es “Las erupciones volcánicas y el clima” con 82 vistas.

CONCLUSIONES

- El uso de técnicas audiovisuales creativas (p. ej. técnica stop motion) para la creación de videos de divulgación de la ciencia, facilitan la transmisión del conocimiento, ya que tienden a llamar la atención del público en general.
- El uso de esta técnica permite al creador del video un despliegue de creatividad, además de que es bastante entretenida y divertida. No obstante, es una técnica que conlleva bastante tiempo, así como paciencia y concentración.
- En general, este tipo de videos pueden ser una herramienta útil para difundir cualquier tipo de fenómeno geológico, siempre y cuando tenga una buena difusión. El proyecto de divulgación “La ciencia de los volcanes” pretende continuar con una segunda etapa de videos en donde se abordarán temas como: los volcanes y los sismos, actividad freatomagmática, magnetismo de rocas volcánicas, y geoformas volcánicas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la revisora Mónica G. Ramírez Calderón y a la editora Raiza Pilatowsky Gruner (quien también fungió como revisora) por los comentarios, sugerencias y correcciones realizadas al manuscrito y a los videos, sin duda ayudaron a mejorarlos. También expresamos nuestro agradecimiento a las doctoras Susana Alicia Alaniz Álvarez y Valerie Pompa Mera, y a los doctores José Luis Arce Saldaña y Rafael Torres Orozco por tomarse el tiempo para revisar los videos, ya que sus comentarios enriquecieron su contenido. Agradecemos a la Ing. Kenia Sáenz Trigueros y al Lic. Christian Díaz Reyes por fungir como público adulto joven no experto en el tema de vulcanología y opinar sobre la claridad del contenido de los videos. Finalmente, de manera especial, agradecemos al Diplomado en Enseñanza de Ciencias de la Tierra (en especial a la Dra. Susana Alaniz) por incentivarlos a hacer los videos, y a sus alumnos de la primera generación por sus valiosas observaciones.

REFERENCIAS

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Población. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=09#collapse-Resumen>
- Istituto Nazionale di Statistica. (2021). Popolazione e famiglie. <https://www.tuttitalia.it/campania/provincia-di-napoli/73-comuni/popolazione/>
- Lockwood, J.P. y Hazlett, R.W. (2010). *Volcanoes: Global Perspectives*. Wiley-Blackwell.
- Servicio Nacional de Geología y Minería. (2021). Podcast “Audiocuentos sobre Volcanes”. https://open.spotify.com/episode/38OdrIV4L5yGhYyOOryIjp?si=tOlisB0iSJCmKlJ8lsGbBg&utm_source=whatsapp
- Sigurdsson, H. (2000). The history of volcanology. En Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S.R., Rymer, H. y Stix, J. (Eds.), *Encyclopedia of Volcanoes* (pp. 15-37). Academic Press.

Manuscrito recibido: 28 de abril de 2022

Manuscrito corregido recibido: 31 de mayor de 2022

Manuscrito aceptado: 3 de junio 2022

LA ZONA DE TOLIMÁN EN LA SIERRA GORDA DE QUERÉTARO: UNA VENTANA A LA RAÍZ DE LAS MONTAÑAS DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL

Alberto Vásquez-Serrano¹, Elizabeth Rangel-Granados², Ángel Francisco Nieto-Samaniego³

¹Departamento de Procesos Litoféricos, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica s/n, Ciudad Universitaria, Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04510, México. alberto-vasquez@ciencias.unam.mx

²Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, C.P. 04510 Coyoacán, Ciudad de México, México. elizangel@gmail.com

³Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Blvd. Juriquilla 3001, Campus UNAM., Juriquilla La Mesa, Juriquilla, Querétaro, C.P. 76230, México. afns@geociencias.unam.mx

RESUMEN

La Sierra Madre Oriental (SMO) constituye una de las principales cadenas montañosas de México. A lo largo de esta sierra se encuentran rocas plegadas y levantadas. En este trabajo se presenta la zona basal de la SMO en el área de Tolimán Querétaro, como si fuera vista a través de una ventana. Nuestro trabajo tiene que ver con zonas de deformación extrema en la base de las montañas, que son denominadas zonas de despegue. Estas zonas representan la raíz de las montañas. Para este propósito se construyó un video titulado: "La raíz de las montañas: zona de despegue Tolimán", con información geológica actualizada de la Sierra Gorda de Querétaro, localizada en el centro de México. Esta sierra es un laboratorio natural que puede usarse para enseñar a los alumnos del nivel medio, superior y público en general, el origen, desarrollo y geometría final de los sistemas montañosos.

Palabras clave: Zona de despegue, raíz de las montañas, Sierra Gorda de Querétaro, deformación.

ABSTRACT

The Sierra Madre Oriental (SMO) constitutes one of the main mountain ranges in Mexico. Along this mountain range there are folded and uplifted rocks. In this work, the basal zone of the SMO, in the Tolimán Querétaro area, is presented as it would be seen through a window. Our work present zones of extreme deformation at the base of mountains, which are called detachment zones. These zones represent the root of the mountains. For this purpose, a video was created entitled: "La raíz de las montañas: zona de despegue Tolimán", with updated geological information on the Sierra Gorda de Querétaro,

located in central Mexico. This mountain range is a natural laboratory that can be used to teach middle and high school students about the origin, development, and final geometry of mountain systems.

Keywords: Detachment zone, root of the mountain, Sierra Gorda de Querétaro, contractional deformation.

INTRODUCCIÓN

La manera tradicional de transmitir la información científica es mediante conferencias, carteles, diseño de experimentos y el uso de videos. Estos últimos, representan un gran instrumento de transmisión del conocimiento, debido a su uso en las redes sociales. En este trabajo se presenta el primer capítulo de un proyecto de elaboración de videos cortos sobre temas relacionados con la formación de las montañas. Estos temas son de interés para gran parte de la población que vive en el oriente y sur de México, y para muchos lugares en el mundo. Para mostrar los avances en el conocimiento sobre el origen y formación de las cadenas montañosas, usaremos como ejemplo a la Sierra Gorda de Querétaro (Figura 1). Dichas montañas pertenecen a la parte central de la Sierra Madre Oriental (una cadena montañosa ubicada en la parte oriental de México). Esta sierra ha sido asociada al acortamiento de rocas sedimentarias marinas durante el Cretácico Tardío (Eguiluz *et al.*, 2000), hace aproximadamente 80 millones de años (Cuéllar-Cárdenas *et al.*, 2012; Fitz-Díaz *et al.*, 2018; Vásquez-Serrano *et al.*, 2018). La Sierra Gorda es un laboratorio natural para estudiar y entender la construcción de las montañas mediante la observación directa de la geometría de las rocas. En un primer capítulo se aborda el tema de las zonas de despegue, las cuales son la raíz de las montañas. Las zonas de despegue son sitios de gran deformación

que generalmente no están expuestos en la superficie, pero que en la Sierra Gorda de Querétaro se encuentran aflorando (Vásquez-Serrano *et al.*, 2021). Esto brinda una gran oportunidad para estudiar su geometría, la cantidad de deformación que acomodan en la corteza terrestre y los mecanismos que actúan en su desarrollo (Vásquez-Serrano *et al.*, 2021). En los alrededores del poblado de Tolimán, dentro de la Sierra Gorda de Querétaro, se observan rocas del Cretácico Inferior pertenecientes a una formación geológica llamada San Juan de la Rosa, que representan a la zona de despegue del sistema montañoso de la parte centro oriental de México.

En Geología, se conoce como “formación” al paquete de rocas cuyas características permiten diferenciarlo de otros por medio de observaciones de campo. Durante una etapa de quietud se forman depósitos de sedimentos (fragmentos de roca de distintos tamaños) que después se hacen roca (proceso de litificación) y forman capas horizontales (principio de horizontalidad original en las rocas sedimentarias). Estas capas se pliegan y se rompen cuando ocurre la formación de las montañas. También en Geología, cuando se habla de **rocas** se usa el término “Inferior” o “Superior, por ejemplo, rocas del Cretácico Inferior; pero cuando se habla de **tiempo** se usa “Temprano” o “Tardío”, por ejemplo, se dice estas rocas se formaron en el Cretácico Temprano.

METODOLOGÍA

El proyecto “Explorando la Sierra Gorda de Querétaro” tiene como objetivo mostrar los avances en el conocimiento de la formación de las cadenas montañosas. Específicamente, aquellas asociadas con el acortamiento de la corteza terrestre y haciendo énfasis en la geometría y deformación en los denominados “cinturones de pliegues y cabalgaduras”. Para alcanzar este objetivo se plantea la elaboración de videos cortos sobre sitios emblemáticos dentro de la Sierra Gorda de Querétaro. Allí se muestran aspectos fundamentales para entender la formación de las montañas. Los videos toman en cuenta la información geológica disponible que se ha adquirido por los científicos en los últimos 30 años, y en especial por parte del grupo de trabajo del Dr. Gustavo Tolson en el Instituto de Geología de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) y los trabajos publicados por la Dra. Eliza Fitz y la Dra. Berlaine Ortega, entre otros (Cuéllar-Cárdenas *et al.*, 2012; Fitz-Díaz *et al.*, 2012, 2018; Ortega-Flores *et al.*, 214; Vásquez-Serrano *et al.*, 2018, 2021). Dicha información está relacionada con la configuración de la geometría, cantidad de deformación, edad y origen de la Sierra Madre Oriental.

Una vez realizada una recopilación extensa de la información geológica (tipos de rocas, fallas y pliegues), se procedió a realizar una campaña de campo en sitios clave donde se observó, de manera clara, los aspectos geológicos a tratar en el video del primer capítulo. Para este capítulo se recorrieron lugares emblemáticos en los alrededores del poblado de Tolimán, Querétaro:

https://drive.google.com/file/d/14_d7gFle5wIzJy4ICc_2ziEgw9Elm3AC/view?usp=sharing

En ese poblado se expone en toda su plenitud una zona de alta deformación en las rocas del Cretácico Inferior, que representan la zona de despegue (zona que concentra mucha deformación y que separa a rocas sedimentarias deformadas, en la parte superior, de rocas no deformadas o poco deformadas en la parte inferior). En el trabajo de campo se tomaron fotografías y videos de las rocas, estructuras geológicas, y paisajes de las montañas de la Sierra Gorda.

Después de hacer la recopilación de la información, se procedió

a escribir un guion. En el caso del primer capítulo, este guion se enfocó en la descripción general de la construcción de las montañas, en particular de las zonas de despegue. Creemos que este tema es un buen inicio para explicar los distintos aspectos geológicos de la Sierra Gorda de Querétaro. Con el guion listo, fue posible hacer el video en el programa PowerDirector®, donde se incluyó música ambiental, efectos de sonido, etiquetas en fotografías y videos, así como la narración.

Durante los avances en la elaboración del video del primer capítulo llamado “La raíz de las montañas: zona de despegue Tolimán” se fue revisando el contenido y la manera en cómo se expresa la información. La versión final se encuentra en la siguiente liga:

<https://www.youtube.com/watch?v=GymsXDne6ys>

Este video será publicado y difundido en distintos medios. Uno de ellos será la apertura de un canal en YouTube® que estará dedicado a difundir aspectos interesantes relacionados con las cadenas montañosas. Adicionalmente, se buscarán otros medios digitales para su promoción, ya sean páginas web, o en eventos de divulgación de la ciencia que se organicen dentro de México. El video también usa animaciones tomadas de otros videos de YouTube® (ej. Formation of Himalayas), los cuales se mencionan en la descripción del video, dentro del canal donde se proyecta.

Acompañando al video del capítulo I, en el sitio de YouTube®, se incluye un glosario con términos especializados en el análisis de las montañas como: Acortamiento de la corteza terrestre, Cinturón de Pliegues y Cabalgadoras Mexicano, Teoría de la Cuña Crítica o Cuña Orogénica, Pliegues isoclinales recostados, entre otros. Estos mismos términos también son incluidos en un glosario al final del siguiente apartado.

RESULTADOS

A partir de la metodología previa, se construyó un video con una duración de 5:50 min. Este video explica en una introducción la formación de las montañas a partir del acortamiento de la corteza terrestre, poniendo como ejemplo una animación de la cadena montañosa de Los Himalaya en Asia (video “Formation of Himalayas”. <https://www.youtube.com/watch?v=PDrMH7RwupQ>). El video continúa con la explicación de los mecanismos de formación de las montañas a partir de la teoría de la cuña crítica, también denominada cuña orogénica (orogénesis: proceso de construcción de montañas). Esta teoría explica la formación de las montañas a partir del apilamiento de material, como ocurre cuando se empuja material de construcción o nieve con un bulldozer (Davis *et al.*, 1983). También esta teoría demuestra la existencia de una zona de alta deformación (Figuras 1 y 2). Esta zona es conocida por los geólogos como zona de despegue y constituye la raíz de las montañas (Vásquez-Serrano *et al.*, 2021). Se sabe que esas zonas experimentaron alta deformación, ya que están plegadas intensamente perdiendo su forma horizontal.

Finalmente, en la última parte del video se muestra la manera en cómo se ve el interior de las montañas, a través de la exposición de rocas sedimentarias en el poblado de San Joaquín, Querétaro (Figura 1a). Así mismo, se presenta la localización de una zona de despegue en los alrededores del poblado de Tolimán, Querétaro (Figura 1b). Adicionalmente, se muestran sitios clave donde se observan las evidencias geológicas de la existencia de la zona de despegue de Tolimán.

La liga de la localización de los sitios mencionados en el video, así como la liga del video en el canal de YouTube© de Alberto Vásquez, son las siguientes:

Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=GymsXDne6ys>

Sitios en Google Earth©:

https://drive.google.com/file/d/14_d7gFle5wizJy4ICc_2ziEgw9Elm3AC/view?usp=sharing

Las coordenadas de los sitios también son presentadas en el video, el formato de las coordenadas esta dado en el sistema UTM-WGS84 cuadrante 14Q en el centro de México.

Consideramos que tanto el primer video que se presenta en este trabajo como los futuros videos de la serie “Explorando la Sierra Gorda de Querétaro” son adecuados para alumnos de nivel medio. Se incluye un glosario de términos que pueden ayudar a comprender mejor lo que se trasmite en el video. Así mismo, los videos pueden llegar a ser una herramienta de enseñanza en las universidades donde haya carreras relacionadas con Ciencias de la Tierra. Finalmente, también creemos que puede ir dirigido al público adulto general ya que es un tema de interés para las personas que viven dentro de las cadenas montañosas en el mundo, como la Sierra Madre Oriental.

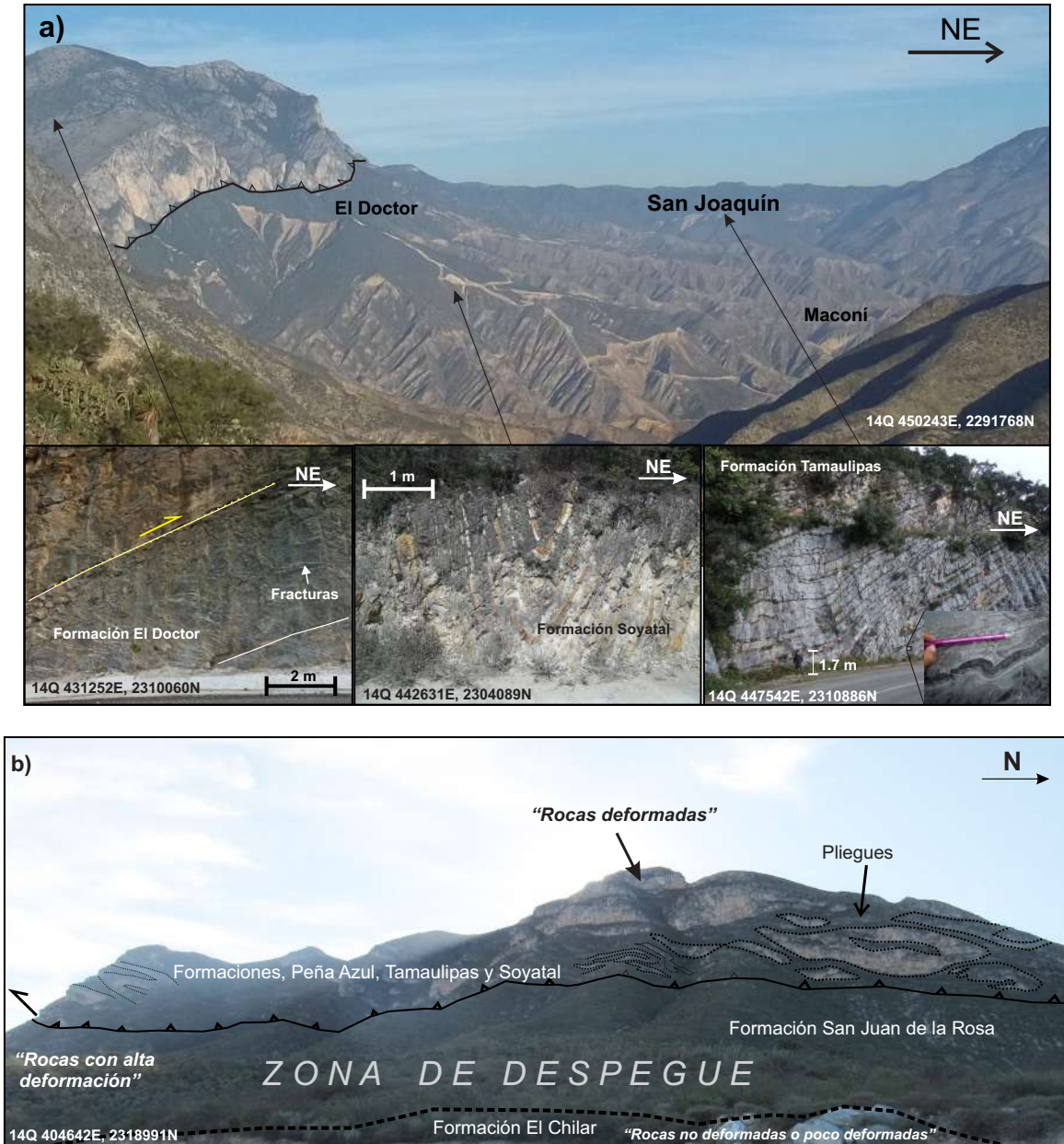


Figura 1. Vistas panorámicas de la Sierra Gorda de Querétaro. En los alrededores del poblado de San Joaquín (a) se puede ver a las rocas deformadas correspondientes al interior de las montañas, la cuales se encuentran plegadas y fracturadas. En una vista panorámica de las montañas al norte del poblado de Tolimán (b), se puede observar a las rocas de la formación San Juan de la Rosa que representan la zona de despegue o la raíz de las montañas. Esta zona de despegue separa a las rocas deformadas del Cretácico Medio-Tardío (Formaciones geológicas Peña Azul, Tamaulipas y Soyatal) de rocas poco deformadas del Triásico Tardío (Formación El Chilar). Las coordenadas en las fotografías están en el sistema UTM-WGS84 cuadrante 14 Q.

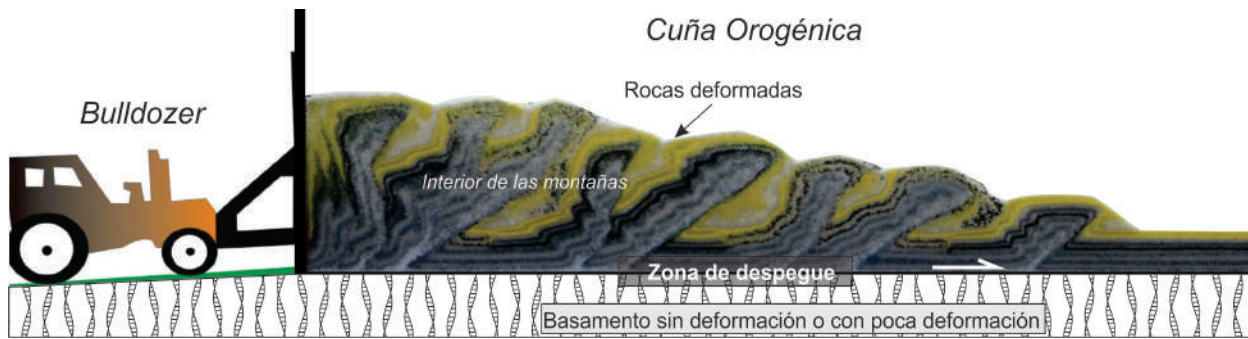


Figura 2. Arquitectura de una cuña crítica o cuña orogénica (Davis *et al.*, 1983) tomando como ejemplo una cuña experimental que simula la formación de las montañas en la Sierra Gorda de Querétaro (Vásquez-Serrano, 2018).

Glosario de términos geológicos usados

- **Acortamiento de la corteza terrestre.** Apilamiento de material rocoso de la corteza terrestre mediante su plegamiento y rotura, debido a la compresión inducida por el choque de placas tectónicas.
- **Cinturón de Pliegues y Cabalgaduras Mexicano.** Definición geológica-estructural de la Sierra Madre Oriental, debido a que está formada por dobleces (pliegues) y fracturas (fallas geológicas inversas o cabalgaduras) en las rocas. Este término fue propuesto por la Dra. Elisa Fitz en su artículo publicado en 2012 (Fitz-Díaz *et al.*, 2012).
- **Teoría de la Cuña Crítica o Cuña Orográfica.** Es una teoría propuesta por Davis *et al.* (1983) para explicar los mecanismos de formación de las montañas, a través del apilamiento de rocas de la corteza terrestre debido al choque de placas tectónicas. Un análogo de este proceso es lo que ocurre que cuando se apila material de construcción por un bulldozer.
- **Pliegues isoclinales recostados.** Son pliegues geológicos apretados donde sus flancos tienen la misma inclinación (isoclinales). Los pliegues isoclinales recostados tienen sus flancos y su plano axial (plano que divide en dos al ángulo entre los flancos) subhorizontales (Fossen, 2016).
- **Rocas.** Son un agregado de minerales, es decir que las rocas están constituidas por una aglomeración de minerales, en muchas de las rocas estos minerales no se pueden ver a simple vista, pero en ciertas rocas (metamórficas y algunas ígneas) si podemos ver los minerales. Dependiendo del origen de las rocas se clasifican en tres grupos principales: ígneas, metamórficas y sedimentarias (Tarbuck *et al.*, 2005). Este último grupo de rocas se puede formar a partir del depósito de fragmentos de otras rocas (sedimentos) o por la precipitación química, por ejemplo, de carbonato de calcio. En el caso de la Sierra Madre Oriental, sus rocas son principalmente sedimentarias (Fitz-Díaz *et al.*, 2018).
- **Deformación.** En geología, el término deformación toma una definición más compleja que solo un simple “cambio de forma”, y tiene que ver con cuatro aspectos: rotación, traslación, cambio de volumen y distorsión, de un macizo rocoso. El estudio de la deformación también hace referencia al tiempo debido a que en Geología nos interesa entender cómo fue la evolución de la deformación en el tiempo (Fossen, 2016).
- **Capas de la Tierra.** La Tierra está formada por distintas capas producto de una diferencia en la densidad (Atmósfera,

Hidrosfera y Tierra sólida). Para el caso de la capa sólida de la Tierra, ésta se divide según su densidad de mayor a menor en núcleo, manto y corteza. La corteza se divide en dos tipos: corteza continental y oceánica. La corteza terrestre es la capa más externa y se encuentra fragmentada en bloques llamados placas tectónicas (una explicación sencilla se puede encontrar en Alaniz-Álvarez *et al.*, 2011). El choque entre placas puede inducir deformación por acortamiento en las rocas, lo cual genera la formación de montañas (Fossen, 2016).

- **Zona de cizalla.** Son sitios en la corteza terrestre donde se concentra la deformación. Cuando la deformación es frágil (quebradiza), se generan fracturas en las rocas y, si hay desplazamiento significativo en la zona de cizalla, se forman fallas geológicas (Fossen, 2016).

CONCLUSIONES

El uso de material audiovisual para la explicación de fenómenos naturales complejos es una práctica vital para la transmisión del conocimiento. Los avances en el área de las Ciencias de la Tierra ocurridos en los últimos años, necesitan de un medio eficiente y fácil de construir por los científicos para su transmisión al público en general. La elaboración de videos cortos de temas geológicos específicos, que ligen procesos geológicos complejos con entornos familiares para las personas, ayuda mucho a la transmisión del conocimiento. El potencial de difusión actual de material audiovisual en redes sociales permite compartir de manera eficiente los avances científicos más recientes. El video “La raíz de las montañas, zona de despegue Tolimán” muestra las características de una zona de alta deformación en la corteza terrestre y explica su importancia en el proceso de formación de las montañas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo valioso en la toma de los videos y fotografías durante el trabajo de campo a Sofía Erandi Ortega Fernández y María Fernanda Sampayo. Apreciamos mucho el apoyo técnico en la elaboración del video (edición y producción) a Edgar Rangel Granados. Así mismo, agradecemos el apoyo económico al proyecto PAPIIT IN107219-UNAM. Los autores agradecen los comentarios, sugerencias y correcciones atinadas al manuscrito por parte de los revisores (Juan Carlos Mesino Hernández y Francisco García Moctezuma) y la editora (Susana A. Alaniz Álvarez), lo cual ayudó mucho a mejorar el manuscrito y el video.

REFERENCIAS

- Alaniz-Álvarez, S. A., Nieto-Samaniego, A. F., Morán-Torres, L.D. (2011). Experimentos Simples para entender una Tierra complicada, Libro 3: ¡Eureka! Los continentes y los océanos flotan. Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 32 p.
- Cuéllar-Cárdenas, M.A., Nieto-Samaniego, Á.F., Levresse, G., Alaniz-Álvarez, S.A., Solari, L., Ortega-Obregón, C., López-Martínez, M. (2012). Límites temporales de la deformación por acortamiento Laramide en el centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 29(1), 179-203.
- Davis D., Suppe J., Dahlen F. A. (1983). Mechanics of fold/thrust belts and accretionary wedges. *Journal of Geophysical Research*, 88:1153–1172.
- Eguiluz, S., Aranda-Gómez, M., and Marret, R., 2000. Tectónica de la Sierra Madre Oriental, México: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, v. LIII, 1–26.
- Fitz-Díaz, E., Tolson, G., Hudleston, P., Bolaños-Rodríguez, D., Ortega-Flores, B., Vasquez-Serrano, A. (2012). The role of folding in the development of the Mexican fold-and-thrust belt. *Geosphere*, 8(4), 931-949.
- Fitz-Díaz, E., Lawton, T. F., Juárez-Arriaga, E., Chávez-Cabello, G. (2018). The Cretaceous-Paleogene Mexican orogen: Structure, basin development, magmatism, and tectonics. *Earth-Science Reviews*, 183, 56-84.
- Fossen, H. (2016). *Structural geology*. Cambridge University Press.
- Tarback, E. J., Lutgens, F. K., Tasa, D., y Científicas, A. T. (2005). *Ciencias de la Tierra*, Volumen 1. Madrid: Pearson Educación.
- Vásquez-Serrano, A., Tolson, G., Fitz-Díaz, E., Chávez-Cabello, G. (2018). Influence of pre-tectonic carbonate facies architecture on deformation patterns of syntectonic turbidites, an example from the central Mexican fold-thrust belt. *Journal of Structural Geology*, 109, 127-139.
- Vásquez-Serrano, A. (2018). Incorporación de depósitos sintectónicos en la deformación progresiva de cinturones de pliegues y cabalgaduras: su rol mecánico y mecanismos de deformación. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. 189 p.
- Vásquez-Serrano, A., Nieto-Samaniego, Á. F., Rangel-Granados, E., Alaniz-Álvarez, S., Olmos-Moya, M. D. J. P. (2021). Architecture of an upper-level weak detachment zone: Mexican Fold and Thrust Belt, central Mexico. *Journal of Structural Geology*, 148, 104361.

Manuscrito recibido: 30 de abril de 2022

Manuscrito corregido recibido: 25 de junio de 2022

Manuscrito aceptado: 30 de junio 2022

LA CIENCIA DETRÁS DE LO COTIDIANO: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA QUE ABORDA LA CONTAMINACIÓN POR PLÁSTICOS EN EL MAR

Alan Javier Pérez Vázquez¹ y Nadia Teresa Méndez Vargas²

¹ Escuela Nacional Preparatoria, Plantel 5, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Calz. del Hueso 729, Coapa, Ex-Hacienda Coapa, Tlalpan, 14300 Ciudad de México, CDMX, alan.perez@enp.unam.mx

² Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Blvd. Cataratas 3, Jardines del Pedregal, Coyoacán, 01900 Ciudad de México, CDMX, natemeva@hotmail.com

RESUMEN

¿Alguna vez te imaginaste realizar experimentos fuera del laboratorio escolar? Para el caso de las ciencias naturales, uno de los retos es el de no desligar la parte teórica de la experimental. El propósito de este trabajo es presentar una secuencia didáctica que aborda el tema de contaminación de cuerpos de agua por plásticos, a partir de realizar cuatro experimentos caseros. Uno es sobre la densidad de líquidos, el segundo sobre cómo se calcula la densidad de un sólido, el tercero sobre el principio de Arquímedes, y el cuarto sobre corrientes marinas por convección. Así, se contempla el uso de materiales caseros y metodologías de fácil acceso que den respuesta a una problemática ambiental como la contaminación de cuerpos de agua por plásticos. Esta propuesta didáctica se implementó en estudiantes de sexto semestre durante el primer semestre del año 2021. Como resultado, se tuvo que los alumnos pudieron construir argumentos y contraargumentos, formularon hipótesis o preguntas, entre otras habilidades científicas. Se pudo constatar el mejoramiento del aprendizaje de las ciencias con apoyo de la actividad experimental casera.

Palabras clave: contaminación por plásticos, bachillerato, densidad, convección, aula virtual.

ABSTRACT

Have you ever imagined conducting laboratory-based experiments outside the school facilities? A challenge in the natural sciences has been reconciling the theoretical basis with their practical applications. That is why the purpose of this work is to present a didactic sequence that addresses the contamination of water bodies by plastics, based on four homemade experiments: density of liquids, calculation of a solid density, the principle of Archimedes, and ocean currents. The use of homemade materials and easy-to-use methodologies was contemplated to respond to environmental problems such as contamination of water bodies by plastics. This proposal was implemented in students in the 6th semester during the first half of 2021. As a result, students needed to be able to

build arguments and counter-arguments, hypotheses, or questions. In conclusion, it was noted the improvement of science learning by supporting students with homemade experimental activities.

Keywords: Plastic pollution, high school, density, convection.

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje basado en el laboratorio es un componente esencial en el proceso de construcción de saberes en asignaturas del área de Ciencias Naturales. Esto debido a que los estudiantes pueden hacer conexiones significativas de la teoría con los fenómenos que nos rodean y tener la oportunidad de desarrollar el pensamiento científico. Lo anterior se logra siempre y cuando los trabajos prácticos experimentales se utilicen con un objetivo didáctico (Enneking, et al., 2019).

Derivado de la transición hacia una docencia no presencial, que se dio por el distanciamiento social a causa del SARS-CoV-2, la teoría se desarticuló, en cierta medida, de la experimentación. Esto por la falta de acceso a los espacios físicos escolares y de experiencia en algunos docentes en impartir asignaturas prácticas en una educación mediada por tecnologías (EMT), sistema híbrido o virtual.

A este respecto, la UNESCO (2007) refiere que se requiere tiempo para aprender de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Es decir, manipular los recursos virtuales en sí, aprender con las TIC (migrar la presentación de información del pizarrón a recursos digitales multimodales) y aprender a través de las TIC (fomentar aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales). En otras palabras, el pasar de lo presencial a lo híbrido o virtual implica un proceso de reflexión para el diseño de las experiencias de aprendizaje, entre ellas las de corte experimental (Figura 1).

Se puede apreciar la transición que ha sufrido la implementación de trabajos prácticos experimentales en asignaturas del área de las Ciencias Naturales. Esto ha traído consigo diversas posturas tales como las propuestas por Enneking, et al. (2019):

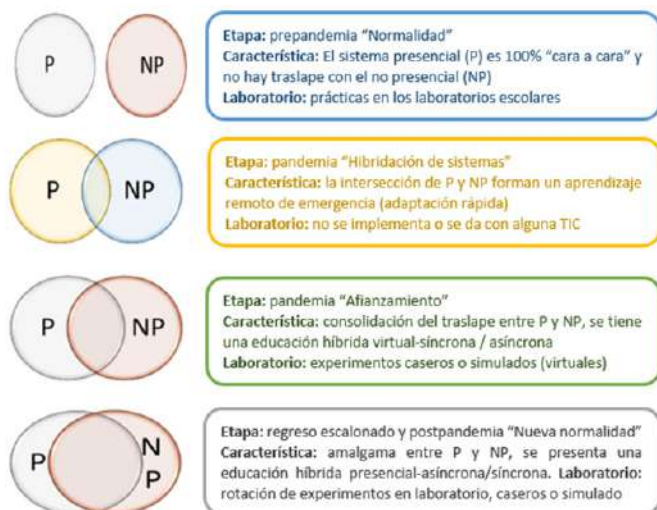


Figura 1. Transición de las actividades experimentales durante la pandemia

- Un laboratorio completamente virtual no proporciona a los estudiantes el mismo conocimiento que uno "cara a cara". Una cantidad considerable de docentes se han mostrado reacios a utilizar TIC como sustitutos de experimentos escolares.

- Los laboratorios mediados por tecnología digital y caseros son beneficiosos, aunque es importante reconocer que no para todos los aprendizajes.

- Los laboratorios virtuales y caseros bien diseñados se centran en el estudiante y se basan en la investigación promoviendo así, el pensamiento de orden superior y desarrollo de habilidades de corte científico, debido a que se pueden integrar animaciones y simulaciones a nivel de partículas. Los estudiantes trabajan de forma independiente y a su propio ritmo. Se brindan oportunidades al estudiantado para prepararse de antemano, con el fin de evitar errores comunes en el laboratorio, formular dudas en concreto, trazar una conexión entre la teoría y la práctica, entre otros aspectos más.

El presente trabajo es afín a los últimos dos puntos. Por lo anterior se implementó una secuencia didáctica en Moodle para el bachillerato de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ésta incluye experimentos caseros para abordar la temática de la contaminación de cuerpos de agua por plásticos, usando como ejemplo la formación de islas de plásticos en los océanos para integrar sus habilidades cognitivas, afectivas y psicomotoras; lo cual concuerda con los Programas de Estudio de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) (2018) y del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) (2016). Los objetivos que se pretenden lograr son:

- Comprender cómo la ciencia y tecnología de la industria de los plásticos ha impactado a la sociedad y al ambiente. Esto, a partir del desarrollo de actividades experimentales caseras, las cuales contemplan los conceptos densidad, transmisión del calor, convección, Principio de Arquímedes.
- La finalidad es fomentar el pensamiento científico en los estudiantes del bachillerato.
- Explicar la formación de las islas de plástico en los océanos mediante la realización de experimentos con materiales caseros, con el fin de promover una alfabetización científica en el alumnado, que los lleve a ser ciudadanos responsables y comprometidos con su ambiente.

En la siguiente sección se describe la propuesta de la secuencia didáctica para abordar la temática de contaminación de cuerpos de agua por plásticos.

DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Lo hicimos. Hace 150 años se diseñó un material ligero, fuerte y económico conocido como plástico. Su producción cobró relevancia hasta 1950. Por lo anterior, tenemos que lidiar con 8300 millones de toneladas de este material. De ellas, más de 6300 millones se han convertido en basura. Dependemos de él, este material milagroso hace latir corazones y mantiene aviones en el aire. Nos ahogamos en él, más del 40 % sólo se utiliza una vez, y su vida útil puede ir de 15 minutos a menos de seis meses. Como consecuencia unos 8 millones de toneladas han terminado en el océano formando parte de las islas de plásticos (Parker, 2018).

METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA

¿Por qué sucede lo anterior? ¿Todos los plásticos flotan? ¿Cómo explicarlo? A partir de este contexto se diseñó la siguiente secuencia didáctica. Se divide en seis actividades que conforman el Escenario uno –de cinco totales– alojado en un Aula Virtual de la plataforma Moodle CUAIEED-UNAM:

Contenido 1 del Aula Virtual

1. Toda una vida de plásticos.

Objetivo: que los estudiantes identifiquen la importancia de los plásticos en nuestra vida y que hay una problemática con su uso indiscriminado. Esto, mediante el análisis de una lectura con el fin de contextualizar el conocimiento científico. Es una actividad diagnóstica para indagar lo que saben los alumnos de los plásticos y el impacto ambiental ante su uso indiscriminado.

2. ¿Qué es la densidad?

Objetivo: que los estudiantes formulen predicciones con base en la experimentación, poniendo a prueba sus hipótesis a través de realizar actividades experimentales caseras. Asimismo, que comprendan que la densidad es una propiedad de los materiales que expresa la relación que hay entre la masa y el volumen. Además que reconozcan la variación de esta propiedad al modificar la temperatura.

Contempla una actividad diagnóstica sobre el concepto de densidad y la guía experimental para la actividad que le llamamos Columna de líquidos.

3. Densidad de plásticos y mares.

Objetivo: que los estudiantes formulen una predicción sobre la densidad de los plásticos y el Principio de Arquímedes, el cual menciona que todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido recibe un empuje ascendente, igual al peso del fluido desalojado por el objeto.

Por otra parte, que reconozcan que la flotabilidad de un cuerpo, en un fluido, está determinada por las diferentes fuerzas que actúan sobre él, así como el sentido de éstas. Teniéndose así, una flotabilidad positiva cuando el cuerpo tienda a ascender en un fluido, negativa cuando el cuerpo tiende a descender en el fluido, y neutra cuando se mantiene en "suspensión" en el fluido.

Finalmente, que identifiquen cómo cambia el empuje vertical de los plásticos al sumergirlos en agua salada y en agua dulce.

Contiene algunos ejercicios sobre la densidad de algunos plásticos, favorece la predicción como una habilidad y se propone la actividad experimental ¿Cómo es la densidad de algunos plásticos?

4. ¿Por qué flota y por qué no?

Objetivo: que los estudiantes formulen predicciones a partir de la experimentación y algunos datos proporcionados por el profesor,

con el fin de que pongan a prueba dicha hipótesis a través de la realización de un trabajo práctico al que llamamos ¿Por qué no flota y después sí? También comprenden que para que flote un material en un líquido, éste debe tener un mayor volumen con respecto a la masa y utilicen el Principio de Arquímedes para explicar la flotabilidad de un objeto. Para entender dicho Principio, se propone un video como apoyo para los alumnos.

5. Explicación de la formación de corrientes marinas

Objetivo: que los estudiantes identifiquen que la densidad del agua caliente es diferente a la del agua fría y esa diferencia en densidades es un motor de las corrientes marinas, las cuales arrastrarán a los contaminantes a sitios específicos, formando en algunos casos, islas de plásticos. Es importante recalcar a los educandos que la convección es solo uno de varios factores que provocan las corrientes marinas.

El experimento que los ayuda a construir esa diferencia de densidades es el de Corrientes marinas.

6. ¿Qué aprendí del escenario?

Objetivo: que los estudiantes identifiquen qué aprendieron de todo el contenido del escenario y valoraron su eficacia. Se propone un cuestionario final.

RESULTADOS

La secuencia didáctica se aplicó con un grupo de alumnos de sexto semestre de la Escuelas Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur, con la cual participaron en el XXIX Concurso Universitario Feria de las Ciencias, la Tecnología y la Innovación. El título que utilizaron y el contexto en el que la desarrollaron fue "Islas de plástico, una amenaza para la vida marina". Expusieron una problemática asociada a los plásticos como contaminantes de cuerpos de agua y abordaron algunos contenidos disciplinarios de la Física y la Química como densidad, temperatura, calor y el principio de Arquímedes. En el proyecto incluyeron algunos experimentos caseros para poder explicar el comportamiento de los plásticos en el agua, finalmente hicieron algunas propuestas de solución.

En el marco teórico los alumnos presentaron generalidades de los polímeros, la polimerización y a lo largo de su investigación escolar fueron particularizando sobre el tema para enfocarse en los plásticos, sus características, y el código con el triángulo de Möbius para clasificarlos. Incluyeron en su investigación información de los conceptos disciplinarios antes citados y que apoyaron en su análisis de resultados. Finalmente, desarrollaron aspectos asociados a la contaminación de aguas por plásticos.

Los objetivos que definieron los alumnos son:

- Identificar algunos factores que influyen en la formación de las islas de plástico en los cuerpos de agua.
- A partir de los resultados de los experimentos, promover el reciclaje de plásticos y el cuidado del ambiente.

La metodología que siguieron consistió en cuatro experimentos caseros que se proponen en el Escenario 1 y que describieron con detalle:

1. **Columna de líquidos.** Colocaron 20 ml de cada uno los siguientes materiales: miel, agua, aceite vegetal, y alcohol etílico al 70 %, en un recipiente de vidrio o plástico transparente y en ese orden.

2. **¿Cuál es la densidad de algunos plásticos?** En un recipiente añadieron a 1 L de agua, 30 g de sal de mesa, para simular el agua de mar, y colocaron trozos (similares en tamaño) de diferentes materiales plásticos que encontraron en su hogar: varios tipos de botellas de plástico, PVC, unisel, bolsas de polietileno, etcétera.

3. **¿Por qué no flota y después sí?** Colocaron una botella de refresco vacía en el recipiente de agua salada que usaron en el experimento dos, dado que son los plásticos que más se encuentran contaminando los cuerpos de agua. Después cortaron un trozo de la botella y lo colocaron en el mismo recipiente.

4. **Corrientes marinas.** Se diseñó un experimento para representar las corrientes marinas y cómo éstas mueven la basura que eventualmente pueden formar las "islas de plásticos". Cabe destacar que se recaló a los alumnos que la convección es solo uno de varios factores que provocan las corrientes marinas. En el recipiente de agua salada que usaron en los dos anteriores experimentos colocaron agua caliente de 70-93 °C, un hielo (0-4 °C) y trozos de plásticos.

Los resultados y el análisis que realizaron los alumnos fueron los siguientes:

1. **Columna de líquidos,** los cuatro líquidos no se mezclaron por sus diferentes densidades, identificaron que la miel es la más densa y, por lo tanto, se quedó hasta abajo en el vaso y que el alcohol etílico es el material menos denso y por eso quedó en la parte de arriba, ver Figura 2; de esta manera los alumnos construyeron el concepto de densidad a partir del experimento.

En la siguiente dirección web se puede conocer el video y el resultado del experimento:



Figura 2. Columna de líquidos de diferente densidad.

<https://www.youtube.com/watch?v=118dWESx6aM> .

2. **¿Cómo es la densidad de algunos plásticos?** Identificaron que algunos trozos de plásticos se hundieron y otros permanecieron flotando. Su explicación se basó en el concepto de densidad que construyeron con el primer experimento. Señalaron en su proyecto que el trozo de botella de refresco, es decir, el polietilentereftalato (PET) es más denso que el agua y por ello se hunde, llamó su atención el resultado dado que las botellas de PET flotan en el agua.



Figura 3. Trozos de materiales plásticos caseros y el resultado al colocarlos en agua salada.

La propuesta tiene justamente la intención de fomentar el conflicto cognoscitivo en los alumnos a partir de la evidencia experimental. En la Figura 3 se muestran los materiales que utilizaron los alumnos y el resultado que obtuvieron al colocarlos en agua salada.

En la siguiente dirección web se puede conocer el video y el resultado del experimento:

<https://www.youtube.com/watch?v=HQAe7eGb0kM>.

3. **¿Por qué no flota y después sí?** Para resolver el conflicto cognoscitivo que se presentó en la actividad anterior, los alumnos realizaron este experimento y efectivamente el resultado fue que la botella flota en el agua salada (ver Figura 4) y al cortar un trozo de la botella y colocarlo en el agua, ésta se hundió (ver Figura 5). El análisis de este resultado partió de la idea de que la densidad del material no cambia, así que este concepto se convirtió en insuficiente para explicar el resultado y tuvieron que recurrir al Principio de Arquímedes que considera la fuerza de empuje vertical y con ello justificar que muchos plásticos que contaminan los cuerpos de agua flotan y que de alguna manera esta cualidad puede ser aprovechada para retirarlos con más facilidad.



Figura 4. Botella de PET que flota en agua salada.



Figura 5. Trozo de botella de PET que se hunde en agua salada.

En la siguiente dirección web se puede conocer el video y el resultado del experimento:

<https://www.youtube.com/watch?v=TGuyEiN8Mpc>.

4. **Corrientes marinas.** Los alumnos identificaron que el agua caliente que pintaron se movía hacia la parte de arriba del recipiente y el agua fría, cercana al hielo que pintaron de azul, se desplazó hacia el fondo del recipiente. De esta manera, se logran corrientes de agua por diferencias de temperatura y densidad, dichas corrientes marinas ocasionan que la basura se concentre y eventualmente se forme una “isla de plástico” como se puede observar en el prototipo que construyeron los alumnos en la Figura 6. En este punto, a manera



Figura 6. Isla de plásticos que se formó ante las corrientes de agua fría y caliente.

de conflicto cognitivo, se les mencionó que las islas de plástico se conforman de manera horizontal y no vertical. Con lo anterior, se les preguntó si este experimento explicaba a cabalidad el fenómeno o se requería de mayor investigación al respecto. Aquí, lo que se pretendió es que con los trabajos experimentales caseros, el alumno desarrollara habilidades como la argumentación y la contraargumentación.

En la siguiente dirección web se puede conocer el video y el resultado del experimento:

<https://youtu.be/pWAOz9rGIL4>

Los alumnos presentaron su trabajo y obtuvieron un merecido segundo lugar, pero lo más importante es que con experimentos sencillos y caseros pudieron construir una explicación para un problema ambiental. En la reflexión señalaron que, si bien, las “islas de plástico” son un problema, el hecho de que un número importante de plásticos floten y se acumulen, facilita que se retiren de los cuerpos de agua. Al mismo tiempo, hicieron algunas propuestas de solución encaminadas a disminuir el uso de plásticos o reciclarlos para darles un uso diferente. El documento que construyeron los alumnos se puede consultar en la siguiente dirección electrónica:

Escenario 1

Aplicación del conocimiento científico para explicar la formación de las islas de plástico

OBJETIVOS

- Comprender como la ciencia y tecnología de la industria de los plásticos ha impactado a la sociedad y ambiente. Esto, mediante el desarrollo de actividades experimentales, las cuales contemplen conceptos tales como densidad, transmisión de calor, entre otros con el fin de fomentar el pensamiento científico en los estudiantes del bachillerato.
- Explicar la formación de las islas de basura en los océanos mediante la realización de experimentos con materiales caseros con el fin de promover una cultura científica en los estudiantes, la cual los lleve a ser ciudadanos responsables y comprometidos con su ambiente.

Figura 7. Pantalla de presentación en Moodle para el Escenario 1.

Aplicación del conocimiento científico para explicar la formación de las islas de plástico

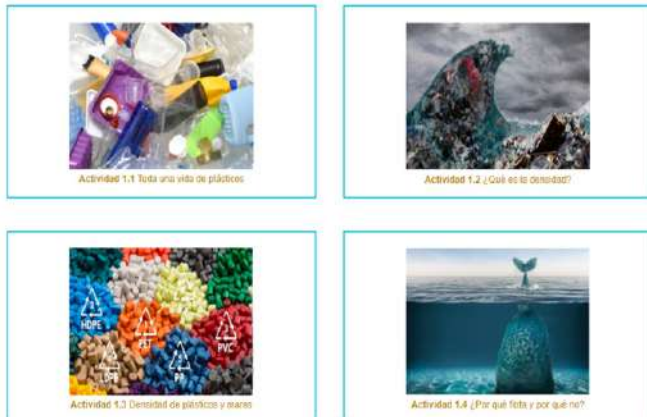


Figura 8. Panel de actividades en Moodle del Escenario 1.

<https://bit.ly/3z9z1u1>

LA PROPUESTA DIDÁCTICA

La propuesta que presentamos se originó para mostrar que no se necesita del diseño de experimentos complejos; uno sencillo puede lograr que los alumnos construyan aprendizajes, si como docentes los acompañamos en el análisis de los resultados. Los experimentos sencillos y caseros son la mejor alternativa para épocas complicadas como las que vivimos durante la pandemia. La secuencia didáctica se alojó en un Aula Virtual de la plataforma Moodle CUAIEED-UNAM (Figuras 7 y 8), de esta manera responde a las necesidades de los docentes durante una enseñanza experimental mediada por tecnologías.

A continuación, se muestran las instrucciones por si algún lector quiere acceder al Moodle donde se encuentran los cinco escenarios didácticos que abordan alguna temática relacionada a las Ciencias de la Tierra:

1. Enviar un correo a quimica.teo@gmail.com
2. Indicar como asunto "Ingresar a Moodle" y en el cuerpo del correo indicar nombre completo, dirección electrónica y centro de adscripción.
3. En breve se enviará a su dirección electrónica la URL, clave y usuario para tener acceso al curso en Moodle.

CONCLUSIONES

Se diseñó un escenario de aprendizaje experimental en una Aula Virtual de la plataforma Moodle CUAIEED-UNAM para diseñar e innovar escenarios de aprendizajes acordes a las necesidades de las Ciencias Naturales.

Se utilizó el ejemplo de las islas de plástico para explicar los conceptos densidad, flotabilidad, Principio de Arquímedes, transmisión de calor, convección y en menor medida corrientes marinas.

Se proponen cuatro experimentos: 1) Columna de líquidos, 2) ¿Cuál es la densidad de algunos plásticos? 3) ¿Por qué no flota y después sí? y 4) Corrientes marinas. Estos experimentos pueden ser llevados a cabo en un ambiente casero, con materiales de uso cotidiano.

Se demostró que estos experimentos bien dirigidos fueron igual de efectivos que los que se han realizado en años pasados en los

laboratorios escolares.

Los estudiantes practicaron la argumentación, la contraargumentación, proponer hipótesis, plantear preguntas, predecir y proponer soluciones a un problema.

El escenario 1 arrojó buenos resultados una vez que se puso en práctica por los alumnos, la evidencia es que el trabajo descrito en este artículo fue reconocido con un segundo lugar en el XXIX Concurso Universitario Feria de las Ciencias, la Tecnología y la Innovación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los alumnos: Vanesa Herrera Cabrera, Gabriela Altamirano Carmona, Diana López Aldape, María Fernanda Lugo Zamora y Carlos Yael Martínez Chavez. Esta propuesta se desarrolló dentro del Diplomado "Enseñanza de Ciencias de la Tierra" del Centro de Geociencias de la UNAM.

REFERENCIAS

- Colegio de Ciencias y Humanidades (2016). Programa de Estudio. Área de Ciencias Experimentales, química I y II. Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. Ciudad de México.
- Enneking, K. M., Breitenstein, G. R., Coleman, A. F., Reeves, J. H., Wang, y., y Grove, N. P. (2019). The Evaluation of a Hybrid, General Chemistry Laboratory Curriculum: Impact on Students' Cognitive, Affective, and Psychomotor Learning. *Journal of Chemical Education*, 96(6), 1058-1067.
- Escuela Nacional Preparatoria (2018). Programa de Estudio de Química IV, area 1. Escuela Nacional Preparatoria. Ciudad de México.
- Parker, L. (2018). Lo hicimos. Dependemos de él. Nos ahogamos en él. Plástico. *Revista National Geographic*. Recuperado el 1 de abril de 2022 de <https://reader.magzter.com/preview/5mfsujh7tn4odysegx6nyp2813790/281379#page/1>.
- UNESCO. (2007). Del aula a la agenda política. Incorporación de las TIC en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje. UNESCO Biblioteca Digital. Recuperado el 5 de abril de 2022 de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000182434>

Manuscrito recibido: 25 de abril de 2022

Manuscrito corregido recibido: 16 de mayo de 2022

Manuscrito aceptado: 20 de mayo 2022



Estudiantes ganadores del segundo lugar en el XXIX Concurso Universitario Feria de las Ciencias, la Tecnología y la Innovación.

EFEMÉRIDES METEOROLÓGICAS PARA ENTENDER LA DINÁMICA DE LA ATMÓSFERA

Francisco García-Moctezuma

Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional Preparatoria, Plantel No. 4 “Vidal Castañeda y Nájera”, Av. Observatorio No. 170 Colonia Observatorio, Alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México, C. P. 11860 .
francisco.garcia@dgenp.unam.mx

RESUMEN

La explicación y el tratamiento de las variables que influyen en el tiempo atmosférico se explican a nivel bachillerato. En este artículo se expone la experiencia que el autor ha tenido en los últimos años y las estrategias implementadas a través de la construcción de efemérides meteorológicas para despertar el interés del alumnado en el estudio de esta temática, en particular, y en las Ciencias de la Tierra, en general.

Palabras clave: variables meteorológicas, estación meteorológica, efemérides, PEMBU, bachillerato, infografía.

ABSTRACT

One of the subjects in high school level curricula is the treatment and discussion of the several variables influencing weather behavior. This paper presents the author's recent experiences and developed strategies based on the construction of meteorological ephemeris to increase students' interest in this particular area and Earth Sciences in general.

Keywords: meteorological variables, weather station, ephemeris, PEMBU, high school, infographics.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las Ciencias de la Tierra a estudiantes del bachillerato conlleva abordar temáticas que forman parte de su cotidianidad: procesos químicos y físicos del sistema terrestre, sismicidad, cambios diarios y estacionales de temperatura y precipitación, inundaciones, sequías, heladas, cambio climático, entre otros.

La dinámica de la atmósfera está dentro de la unidad temática de las capas fluidas del planeta, del programa de la asignatura de Ciencias de la Tierra que se imparte en el bachillerato de la Universidad

Nacional Autónoma de México (UNAM), modalidad Escuela Nacional Preparatoria (ENP). Es necesario que los alumnos se familiaricen en el uso y manejo de las variables meteorológicas para que más adelante comprendan las causas y los efectos de los eventos atmosféricos, tanto termodinámicos como acuosos. Entre las variables están la temperatura ambiental, presión atmosférica, vientos, humedad relativa, precipitación, etcétera, que son una constante en su vida cotidiana.

El presente artículo se centra en la experiencia dentro del aula que en los últimos años ha tenido este autor al introducir a sus alumnos de bachillerato en la búsqueda, identificación y tratamiento de datos meteorológicos, así como en la presentación y divulgación de los resultados obtenidos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Tomando en cuenta que la mayor parte de los alumnos de bachillerato transitan en edades de entre 15 y 18 años, y que por sus características generacionales prefieren más lo visual y muestran una animadversión, a veces tácita otras no tanto, hacia los tradicionales métodos de enseñanza, el profesor debe esmerarse poniendo lo mejor de sí para que éstos no sólo pongan atención a la clase sino que participen en las actividades de razonamiento y comprensión del tema expuesto, aderezando tal esfuerzo con un cierto grado de ludismo en el que además se privilegien las imágenes por sobre los textos con el objetivo de generar un aprendizaje significativo.

OBJETIVO

Lograr que los estudiantes participen en las actividades de razonamiento y comprensión del estado del tiempo y clima, a través de la búsqueda, identificación y tratamiento de información meteorológica con la finalidad de generar un aprendizaje significativo.

METODOLOGÍA

Primero se delimita el lugar a trabajar y, dependiendo del periodo de tiempo a considerar, se identifica la fuente de información, confirmando si ésta contiene los datos requeridos para llevar a cabo el tratamiento correspondiente de los datos meteorológicos.

Para ventaja de la comunidad escolar donde se aplica este ejercicio, la fuente de información

<https://www.ruoa.unam.mx/pembu/>

corresponde a un sitio web abierto de la UNAM, que de tiempo atrás tiene instaladas 14 estaciones meteorológicas en los planteles de su bachillerato, 9 en la ENP, 5 en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), y una en la estación central del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAYCC). Todas ellas conforman la red Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU) (Figuras 1, 2 y 3). Por supuesto, y dicho sea de paso, la fuente referida está abierta, de manera libre e incondicional, a cualquier usuario que requiera esta información meteorológica para sus proyectos.

Esta red urbana de registro de datos meteorológicos, cuya operación regular se remonta a 1994, nos proporciona información diaria referente a 30 variables con un intervalo de tiempo de cada media hora, 10 captadas directamente y el resto obtenidas en forma indirecta mediante cálculos realizados por el mismo sistema automatizado de recolección de datos. La descripción de tales variables está en la página

<https://www.ruoa.unam.mx/pembu/index.php?page=variables>.



Figura 1. Mapa Red PEMBU (2022). RUOA, UNAM.
<https://www.ruoa.unam.mx/pembu/>.



Figura 2. Equipamiento de una estación del PEMBU.



Figura 3. Sensores de una estación del PEMBU.

De las 30 variables meteorológicas captadas en cada estación del PEMBU, se utilizan en este ejercicio sólo 11, las cuales son: 1) temperatura [°C], 2) humedad relativa [%], 3) rapidez del viento sostenido [m/s], 4) rachas de viento [m/s], 5) presión barométrica [hPa], 6) precipitación [mm], 7) radiación solar [W/m²], 8) índice UV [adimensional], 9) dosis UV [m/s²], 10) dirección del viento sostenido [°], y 11) dirección de rachas [°] (Figura 4).

Para comenzar a despertar la curiosidad y el interés de los alumnos en la Meteorología, se les lanzan preguntas como ¿a qué horas del día se registra la temperatura más baja? y ¿en qué momento de la jornada se tiene la temperatura más alta? Las respuestas en el primer caso se centran en la medianoche y en el segundo en el mediodía. Las expresiones de sorpresa se multiplican cuando se les proporciona una tabla de cambios de temperatura durante el día y se les pide que localicen los mínimos y máximos respectivos (Figura 5).

1	Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU)													
2	www.ruoa.unam.mx/pembu													
3	Estacion ENP4-UN Ciudad de Mexico													
4	Lat 19.4037 N Lon 99.1949 ' Alt 2307 msnm													
5	Horario UTC-6h													
6	Datos meteorologicos													
7														
8	Fecha_hora	Temp	Hum_Rel	Rapidez_v_so	Dir_v_sosteni	Rapidez_rach	Dir_rachas	Presion_bar	Precipitacion	Rad_Solar	Indice_UV	Dosis_UV		
9	aaaa/mm/dd HH:NC	%	m/s	grados	m/s	grados	hPa	mm	W/m2	adimensional	mj/cm2			
10	01/07/2019 00:00	15.8	82	3.1	337.5	8.5	292.5	777.9	0	0	0	0	0	
11	01/07/2019 00:30	15.7	82	2.7	337.5	7.6	337.5	777.7	0	0	0	0	0	
12	01/07/2019 01:00	15.4	85	4	315	7.2	315	777.5	0	0	0	0	0	
13	01/07/2019 01:30	14.9	76	4.5	315	8	315	777.3	0	0	0	0	0	
14	01/07/2019 02:00	14.6	76	4	315	8	337.5	776.9	0	0	0	0	0	
15	01/07/2019 02:30	14.3	76	3.1	315	6.3	292.5	777	0	0	0	0	0	
16	01/07/2019 03:00	14.3	77	1.8	360	4	292.5	777.1	0	0	0	0	0	
17	01/07/2019 03:30	14.2	78	1.3	337.5	3.6	337.5	777	0	0	0	0	0	
18	01/07/2019 04:00	14.2	78	0.9	315	3.1	292.5	777.1	0	0	0	0	0	
19	01/07/2019 04:30	14.2	77	0.4	315	1.3	315	777.1	0	0	0	0	0	
20	01/07/2019 05:00	14.3	78	0.9	337.5	1.8	315	776.9	0	0	0	0	0	
21	01/07/2019 05:30	14.3	78	0.9	337.5	2.2	337.5	777	0	0	0	0	0	
22	01/07/2019 06:00	14.2	80	1.3	315	2.2	315	777	0	0	0	0	0	
23	01/07/2019 06:30	14	82	1.3	315	3.6	337.5	777.3	0	6	0	0	0	
24	01/07/2019 07:00	14.1	82	1.3	337.5	2.7	337.5	777.6	0	35	0	0	0	
25	01/07/2019 07:30	14.4	80	0.4	112.5	1.3	45	777.9	0	106	0.3	0.1		
26	01/07/2019 08:00	15.1	77	0.4	360	2.2	135	778	0	164	0.7	0.2		

Figura 4. Datos meteorológicos de la estación de la Preparatoria No. 4. RUOA, UNAM (2017). Datos históricos del PEMBU [Captura de pantalla].

Date	Time	Temp Out	Date	Time	Temp Out
19/02/19	12:00a	18.1	19/02/19	5:00p	25.4
19/02/19	12:30a	17.6	19/02/19	5:30p	24.3
19/02/19	1:00a	17.1	19/02/19	6:00p	23.8
19/02/19	1:30a	16.7	19/02/19	6:30p	22.7
19/02/19	2:00a	16.4	19/02/19	7:00p	21.9
19/02/19	2:30a	16.1	19/02/19	7:30p	21.2
19/02/19	3:00a	15.7	19/02/19	8:00p	20.6
19/02/19	3:30a	15.2	19/02/19	8:30p	19.9
19/02/19	4:00a	15.1	19/02/19	9:00p	18.7
19/02/19	4:30a	14.7	19/02/19	9:30p	18.1
19/02/19	5:00a	14.2	19/02/19	10:00p	18.0
19/02/19	5:30a	13.9	19/02/19	10:30p	18.1
19/02/19	6:00a	13.6	19/02/19	11:00p	17.4
19/02/19	6:30a	13.6	19/02/19	11:30p	17.0
19/02/19	7:00a	13.3	20/02/19	12:00a	16.7
19/02/19	7:30a	13.6	20/02/19	12:30a	16.1
19/02/19	8:00a	15.3	20/02/19	1:00a	15.8
19/02/19	8:30a	16.2	20/02/19	1:30a	15.1
19/02/19	9:00a	17.0	20/02/19	2:00a	14.6
19/02/19	9:30a	18.3	20/02/19	2:30a	14.2
19/02/19	10:00a	19.3	20/02/19	3:00a	13.7
19/02/19	10:30a	20.6	20/02/19	3:30a	13.3
19/02/19	11:00a	21.6	20/02/19	4:00a	12.8
19/02/19	11:30a	22.8	20/02/19	4:30a	12.4
19/02/19	12:00p	23.8	20/02/19	5:00a	12.4
19/02/19	12:30p	25.0	20/02/19	5:30a	12.2
19/02/19	1:00p	25.7	20/02/19	6:00a	11.9
19/02/19	1:30p	26.5	20/02/19	6:30a	11.9
19/02/19	2:00p	26.6	20/02/19	7:00a	12.1
19/02/19	2:30p	26.4	20/02/19	7:30a	12.1
19/02/19	3:00p	26.2	20/02/19	8:00a	13.6
19/02/19	3:30p	26.2	20/02/19	8:30a	15.7
19/02/19	4:00p	25.7	20/02/19	9:00a	17.3
19/02/19	4:30p	26.1	20/02/19	9:30a	17.9

Figura 5. Cambios registrados durante un día en la temperatura ambiente. Nótese que la hora más fría fue a las 7 am, mientras que la más caliente fue a las 14:00. RUOA, UNAM (2019). Datos históricos del PEMBU [Captura de pantalla].

Las preguntas detonadoras surten el efecto esperado al despertar la curiosidad del bachiller en el tema expuesto. Es común que los cuestionamientos se diversifiquen abarcando aspectos sobre la lluvia, el viento, la presión atmosférica, la radiación solar y, toda vez que se van encontrando respuestas inmediatas a las interrogantes, esa curiosidad del alumno se transforma en un interés por las cuestiones meteorológicas.

Para el tratamiento de esta voluminosa información (1500 registros por mes aproximadamente, por estación meteorológica), el profesor identifica los archivos alojados en la base de datos del PEMBU, los resguarda en el ordenador, los estandariza en Excel, generando archivos en formato xlsx, y asigna responsabilidades a cumplir por cada estudiante: estación meteorológica a trabajar y periodo de tiempo, según sea el caso.

Los alumnos, toda vez que ya recibieron del profesor los archivos a trabajar hacen uso de sus ordenadores. En el tratamiento de cada archivo aplican técnicas de estadística descriptiva para calcular promedios, máximos y mínimos mensuales de temperatura ambiente, máximos y mínimos mensuales en la rapidez tanto del viento sostenido como de las rachas, velocidad máxima mensual del viento, dirección del viento dominante por mes, sumas mensuales de la precipitación, máximos y mínimos de humedad relativa por mes, máximo de la radiación solar por mes y por año, máximo del índice UV y dosis UV también por mes y por año, lo que les permitirá construir las matrices correspondientes.

Los resultados obtenidos permiten a las y los estudiantes relacionar, por ejemplo, los tipos de vestimenta a usar conforme al periodo del año más caluroso o más frío, según también la temporada seca o lluviosa del lugar en cuestión. En cuanto a los datos sobre la radiación solar captada, se utilizan como referente para enriquecer la discusión acerca de la conveniencia de instalar calentadores y paneles solares para disminuir los costos familiares de gas y energía eléctrica, así como para transitar hacia la generación de energías limpias empleando la insolación que caracteriza a estos lugares, entre tantas aplicaciones prácticas que es posible hacer al respecto.

RESULTADOS

Con la información ya procesada es posible seleccionar aquellos datos máximos y mínimos relevantes y construir varias matrices que se identifican con el nombre de “Efermídes meteorológicas” a integrarse en una infografía (Figura 6), y el climograma (Figura 7) en este caso de la estación de Tacubaya.



9º Encuentro PEMBU, 2020

“Efermídes meteorológicas de las estaciones del PEMBU, 2018”

Introducción

Esta es una recopilación de los datos meteorológicos más significativos registrados en el año 2018, en las 14 estaciones que opera el Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU), nueve de la Escuela Nacional Preparatoria y cinco de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades.

Objetivos

- Adentrar a nuevos usuarios en el uso de la información generada por las estaciones del PEMBU.
- Analizar los datos respectivos para resaltar aquellos más significativos que se obtuvieron durante un periodo de tiempo determinado, en cada una de las 14 estaciones.
- Presentar los resultados en un evento académico para la retroalimentación correspondiente.

Metodología

Una vez establecido el periodo de tiempo a analizar, se aplicaron técnicas de estadística descriptiva tanto para el tratamiento de la información como para la presentación del reporte final.

Resultados obtenidos*

Plantele	Altitud de la estación (msnm)	Máximos										Mínimos		Frecuencia en la dirección de los vientos	
		Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Rapidez viento sostenido (m/s)	Rapidez rachas (m/s)	Presión barométrica (mb)	Precipitación (mm)	Radiación solar (W/m²)	Índice UV	Dosis UV (mJ/cm²)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Presión barométrica (mb)	Sude	Rachas
ENP-1	2,258	31.7	94.0	8.9	21.0	787.3	14.0	1045	10.5	2.3	1.4	6.0	774.5	S	S
ENP-2	2,241	31.9	97.0	7.6	15.6	788.0	18.6	1042	8.6	1.8	1.9	9.0	775.0	NNE	E
ENP-3	2,250	32.0	97.0	8.0	17.9	788.1	14.6	1080	10.7	2.3	1.9	6.0	775.2	N	N
ENP-4	2,307	31.3	99.0	7.2	16.1	781.8	10.8	958	7.5	1.6	0.0	7.0	769.2	WNN	ESE
ENP-5	2,252	32.2	97.0	6.3	16.5	787.2	8.4	963	8.4	1.8	2.2	8.0	774.5	WNN	NW
ENP-6	2,279	31.9	96.0	14.8	15.6	783.8	23.6	1099	9.9	2.1	2.6	7.0	771.3	N	N
ENP-7	2,247	32.4	95.0	6.7	18.3	788.8	15.8	1038	10.2	2.2	2.0	7.0	775.1	N	W
ENP-8	2,249	30.4	97.0	7.2	26.4	781.2	19.6	1021	8.1	1.7	1.9	8.0	770.1	NE	NE
ENP-9	2,246	31.8	99.0	7.6	17.4	787.5	11.4	470	9.5	1.9	4.3	9.0	775.0	W	W
CCH-A	2,258	30.9	91.0	6.3	23.2	787.0	15.8	978	9.2	2.0	0.7	7.0	767.3	W	WSW
CCH-N	2,347	30.9	91.0	6.3	23.2	779.8	11.2	1092	12.9	2.8	0.7	7.0	767.3	W	W
CCH-O	2,243	31.9	96.0	16.7	15.6	788.7	22.0	1124	8.0	1.7	0.5	9.0	775.9	NW	NW
CCH-S	2,368	31.7	96.0	6.7	17.4	777.4	26.0	1051	10.6	2.3	0.2	7.0	765.0	SW	SW
CCH-V	2,242	32.5	98.0	6.3	16.1	788.4	22.6	1033	8.2	1.8	2.4	8.0	775.5	W	W

*Nota.- En rojo aparecen los máximos y en azul los mínimos obtenidos.

Variables	Dato	Fecha y hora del evento	Plantele
Temperatura (°C)	32.5	31/05/2018 14:30 hrs.	CCH-V
Humedad relativa (%)	99.0	14/06/2018 09:30 hrs.	ENP-9
Rapidez viento sostenido (m/s)	16.7	20/05/2018 19:00 hrs.	CCH-O
Rapidez rachas (m/s)	25.4	23/04/2018 19:30 hrs.	ENP-8
Presión barométrica (mb)	788.8	29/01/2018 22:00 hrs.	ENP-7
Precipitación (mm)	26.0	12/07/2018 11:30 hrs.	CCH-S
Radiación solar (W/m²)	1124	03/06/2018 13:30 hrs.	CCH-O
Índice UV	12.9	19/06/2018 12:00 hrs.	CCH-N
Dosis UV (mJ/cm²)	2.8	19/06/2018 12:00 hrs.	CCH-N
Temperatura (°C)	0.0	07/02/2018 06:30 hrs.	ENP-4
Humedad relativa (%)	6.0	25/03/2018 15:00 hrs.	ENP-3
Presión barométrica (mb)	765.0	08/10/2018 16:30 hrs.	CCH-S

Mesografía: http://www.ruoa.unam.mx/pembu/datos_historicos.html, sitio consultado entre enero y febrero de 2020.

Figura 6. Cartel Efermídes Meteorológicas de las estaciones del PEMBU (Colín-Salazar, et al., 2018).

Los documentos construidos pueden difundirse en eventos académicos (congresos, simposios, conferencias, etcétera) y en publicaciones. Esto motiva enormemente a los estudiantes, afianzando los efectos esperados de este proceso de enseñanza-aprendizaje, además de captar el interés en más de uno de ellos por optar, en su futuro profesional, por alguna de las licenciaturas en Ciencias de la Tierra.

En su desempeño docente, el autor de este artículo ha tenido la oportunidad de que cada año, el mejor trabajo ha sido expuesto por los alumnos autores, en un evento convocado por el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM, el día 23 de marzo como parte de los festejos del Día Meteorológico Mundial. En este evento, los expositores han tenido la oportunidad de interactuar con los investigadores del referido instituto y con estudiantes y profesores de otros planteles de las dos modalidades de bachillerato de la UNAM (Figura 8).

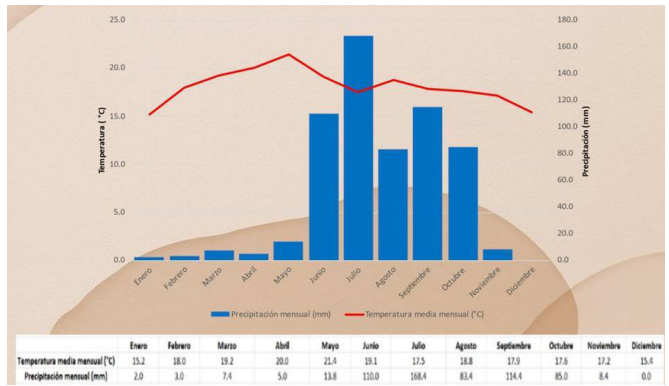


Figura 7. Climograma de Tacubaya, Ciudad de México, 2018.

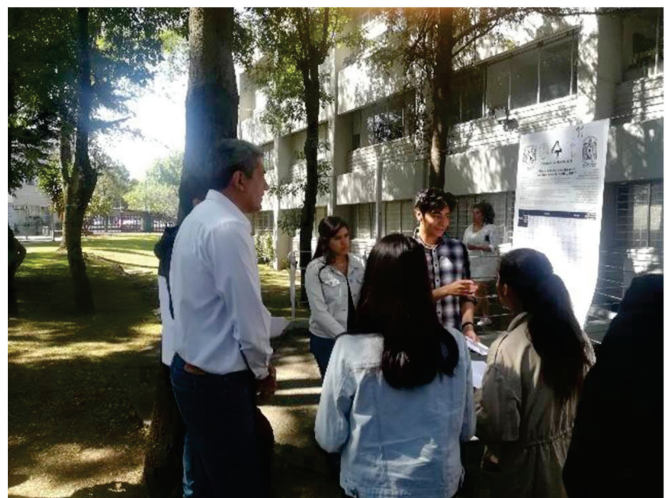


Figura 8. Participación un evento del PEMBU celebrado el 22 de marzo de 2019, donde se expuso el poster “Efermídes meteorológicas de las estaciones del PEMBU, 2017”.

Los productos documentales obtenidos usando esta metodología se publicaron en el Boletín de Meteorología de la Preparatoria 4 (Figura 9), que se encuentra disponible en su página web:

<http://enp4.unam.mx/web/docs/BoletinMeteorologia.pdf>



Figura 9. Boletín de Meteorología de la Preparatoria 4, No. 8, 2022, (García-Moctezuma, 2022).

CONCLUSIONES

- En este trabajo se emplearon los datos de 14 estaciones meteorológicas de la red PEMBU, ubicadas en instalaciones que la UNAM tiene en la zona metropolitana de la Ciudad de México (<https://www.ruoa.unam.mx/pembu/>). Se les pidió a los alumnos que descargaran los datos de once variables, a efecto de que obtuvieran parámetros estadísticos como valores máximos y mínimos, promedios, sumas mensuales y anuales, gráficas, entre otros.
- Los resultados se han presentado de manera anual desde 2017, los días 23 de marzo, en las celebraciones del Día Meteorológico Mundial organizados por la UNAM y los resultados se publican en el Boletín de Meteorología de la Preparatoria No. 4.
- Los alumnos que han participado en esta investigación en todos estos años han cambiado radicalmente su percepción y, sobre todo, su actitud para con las Ciencias de la Tierra, una vez adquiridos los conocimientos correspondientes, haber realizado los ejercicios antes expuestos, haberlos presentado en un evento académico y ver su esfuerzo publicado en el boletín mencionado.
- De indiferentes, cuando no escépticos, su comportamiento se ha transformado de manera positiva mostrando su compromiso con las actividades de la asignatura y en más de uno de ellos considerar seriamente a las Ciencias de la Tierra como opción profesional en su futuro a mediano y largo plazos.

REFERENCIAS

- Colín-Salazar, P., De León, A., y Trejo, D. (2020). Infografía Efemérides Meteorológicas de las Estaciones del PEMBU, 2018.
- García-Moctezuma, F. (2022). Día meteorológico Mundial, 2022, Boletín de Meteorología de la Preparatoria 4, No. 8. http://www.ruoa.unam.mx/pembu/datos_historicos.html, sitio consultado el 04 de febrero de 2022.

Manuscrito recibido: 16 de mayo de 2022

Manuscrito corregido recibido: 2 de junio de 2022

Manuscrito aceptado: 6 de junio 2022

LA ENSEÑANZA DE LAS PLACAS TECTÓNICAS CON EXPERIMENTOS DE DENSIDAD

Viridiana Yazmin Jiménez-Zuñiga

Colegio Queen Mary School, Sección Preparatoria; Río Balsas 12, Cuauhtémoc, 06500 Ciudad de México, México
yazvira8163@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo muestra los resultados de una experiencia de intervención de la asignatura de Geografía de cuarto grado de bachillerato. Es una propuesta metodológica basada en la implementación de la experimentación científica a través de los trabajos colaborativos. Se llevó a cabo en el Colegio Queen Mary School y el objetivo fue aplicar la experimentación científica como estrategia de enseñanza aprendizaje para mejorar la comprensión del tema placas tectónicas. Se inicia con la aplicación del instrumento de recuperación de conocimientos previos con el objetivo de conocer los conocimientos conceptuales con los que cuentan los alumnos con respecto al concepto de densidad de las placas tectónicas. El corazón de la secuencia didáctica es el desarrollo de un experimento sobre densidad, propiciando el trabajo colaborativo o individual. Al término, los alumnos respondieron al instrumento de evaluación final. Con los datos obtenidos antes, durante y después de la intervención se comparan dichos resultados y se demuestra que la experimentación científica mejora la comprensión del conocimiento concepto de densidad.

Palabras clave: Principio de Arquímedes, densidad, placas tectónicas, experimentación.

ABSTRACT

The present work shows the results of an intervention experience of the subject of Geography for the fourth grade of high school. It is a methodological proposal based on the implementation of scientific experimentation through collaborative work. It was carried out at the Queen Mary School and the objective was to apply scientific experimentation as a teaching-learning strategy to improve the understanding of the topic of tectonic plates. It begins with the application of the previous knowledge recovery instrument in order to know the conceptual knowledge that students have regarding the concept of density of tectonic plates, the heart of the didactic sequence is the development of an experiment on density, promoting collaborative or individual work. At the end, the students answered the final evaluation instrument. With the data obtained before, during, and after the intervention, these

results are compared and it is shown that scientific experimentation improves the understanding of the conceptual knowledge of density.

Keywords: Archimedes principle, density, plate tectonic, density, experimentation.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los retos educativos en el nivel medio superior es “transformar” el proceso de enseñanza-aprendizaje. La Secretaría de Educación Pública (2016) plantea, dentro de la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS), emplear en México una “metodología activa”, que permita la estimulación en el desarrollo de habilidades y destrezas en los estudiantes, para alcanzar los aprendizajes esperados que puedan aplicar dentro de su entorno social. Por ello, es necesario incorporar estrategias didácticas que permitan potencializar el proceso generando así, un aprendizaje significativo. La enseñanza por medio de la experimentación científica es una propuesta basada en la Teoría Cognitiva que permite una adquisición de conocimiento conceptual, el desarrollo de aptitudes y la aplicación de procedimientos.

La experimentación surge como una necesidad natural; para poder responder, por ejemplo: ¿por qué, a la misma hora, la sombra de un árbol en verano es de 2 m, mientras que en invierno es de 3 m?

En el área de ciencias se orienta a los estudiantes a observar fenómenos y propiciar situaciones de experimentación que les permitan generar cuestionamientos para la construcción de un pensamiento crítico

Cortés *et al.* (2012) refieren que el aprendizaje científico es el proceso innato de la curiosidad por conocer y comprender los fenómenos que están a nuestro alrededor. Por consiguiente, todo ser humano tiene la necesidad de observar, manipular, interpretar, así como de experimentar. Entonces, la curiosidad propia de los alumnos propicia la generación de interrogantes y la exploración.

Un adecuado plan de clase puede ser el que incorpore estrategias didácticas que permitan el desarrollo de un conocimiento conceptual por medio de la exploración y manipulación a través de procedimientos, como lo permite la experimentación científica.

Ausubel (2002) menciona que el alumno es responsable de descubrir el nuevo conocimiento por medio de la generación de soluciones; dicho conocimiento se caracteriza por el desarrollo de experiencias que tiene como consecuencia un nuevo aprendizaje producto del descubrimiento, lo que se convierte en un aprendizaje significativo.

Con base de los resultados obtenidos, la enseñanza de las ciencias, por medio de la experimentación científica, ayuda a desarrollar el juicio crítico de los estudiantes, el aprendizaje autónomo y el trabajo colaborativo mediante el aprendizaje por descubrimiento y activo, enfrentando a los estudiantes a una situación real o ficticia. Además, esta enseñanza tiene otras bondades como: 1) el aumento de la motivación intrínseca, 2) el desarrollo de la creatividad e innovación, 3) la aplicación de habilidades de comunicación y 4) la enseñanza con la investigación.

De acuerdo a Hidalgo *et al.* (2012), es preciso hacer énfasis en la adquisición de la curiosidad por el mundo que nos rodea, la dureza en el trabajo y en el respeto hacia el ambiente; por consiguiente, se invita a los docentes a transformar la práctica docente.

METODOLOGÍA

El Colegio Queen Mary School es una institución privada, ubicada en la Ciudad de México, que oferta educación de nivel preescolar hasta nivel preparatoria, esta última incorporada al sistema educativo de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La intervención se realizó con el grupo 4010, en la clase de la asignatura de Geografía con 22 alumnos en el primer semestre del ciclo escolar 2021-2022. La estructura de la secuencia didáctica de intervención presentó los siguientes momentos.

a) Inicio: Se parte con una pregunta detonadora ¿Dónde flotamos mejor?, posteriormente se aplicó el instrumento: recuperación de conocimientos previos, el cual consiste en 5 reactivos de opción múltiple (Tabla 1).

La evaluación se realiza a través de respuestas correctas e incorrectas. Las preguntas se enfocan en la definición de densidad, así como de la relación existente con las placas tectónicas.

b) Desarrollo: Se realizó el experimento “Viaje al centro de la Tierra” (Alaniz-Álvarez y Nieto-Samaniego, 2017), que favorece la observación, formulación de hipótesis, manipulación, investigación, deducción y, por supuesto, la deconstrucción y reconstrucción de los conocimientos con respecto al tema densidad. Dicho experimento consiste en 1) verter miel, agua, aceite y alcohol procurando que no se mezclen, 2) introducir con cuidado una roca pequeña, un palillo, un clip, un trozo de corcho y 3) observar lo que sucede. Los resultados esperados son que los sólidos “flotan” en una determinada capa dependiendo de su densidad. Se muestra un ejemplo del desarrollo del experimento con los resultados obtenidos.

<https://youtu.be/yLLTujzDEH8>

c) Cierre: Para recuperar los nuevos conocimientos adquiridos, se aplicó el instrumento: evaluación final. Tiene la misma estructura del instrumento recuperación de conocimientos previos, con la diferencia en el orden de las respuestas. La evaluación se realiza a través de respuestas correctas e incorrectas. Con los resultados se puede realizar un análisis de viabilidad de la experimentación científica, antes y después de su aplicación. A su vez, se da respuesta a la pregunta detonadora: ¿Dónde flotamos mejor? De acuerdo con el principio de Arquímedes que rige la flotación de los cuerpos, un objeto que está total o parcialmente sumergido en un líquido flotará

mejor cuanto mayor sea la densidad del líquido.

TABLA 1. Instrumento. Recuperación de conocimientos previos
Objetivo: Determinar los conocimientos académicos con los que se cuentan, con el fin de conocer las fortalezas y áreas de oportunidad.

- I. Elige la opción que defina la densidad.**
 - a. Es una medida de la tendencia de una superficie a reflejar radiación incidente.
 - b. Es la cantidad de masa en un determinado volumen.
 - c. Es una magnitud escalar que sistematiza la noción del frío.
 - d. Es una propiedad física característica de todos los fluidos.
- II. La densidad es la propiedad de los materiales que hace que los materiales floten o se hundan sobre otros.**
 - a. Cierto
 - b. Falso
- III. ¿Cuál de las dos opciones es más densa?**
 - a. Corteza continental
 - b. Corteza oceánica
- IV. Son las cinco placas tectónicas que hay en México:**
 - a. Caribe, Cocos, Nazca, Norteamericana y Pacífico.
 - b. Juan de Fuca, Rivera, Cocos, Caribe y Norteamericana.
 - c. Rivera, Norteamericana, Pacífico, Cocos y Caribe.
 - d. Pacífico, Norteamericana, Sudamericana, Cocos y Caribe.
- V. Son ejemplo de placas tectónicas oceánicas, excepto:**
 - a. Placa de Cocos
 - b. Placa del Pacífico
 - c. Placa Rivera
 - d. Placa Norteamericana

Clave de respuestas

01	a	b	c	d
02	a	b	c	d
03	a	b	c	d
04	a	d	c	d
05	a	b	c	d

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como se puede observar al aplicar el instrumento de diagnóstico, sólo 4 alumnos obtuvieron un resultado no aprobatorio, los otros 18 alumnos cuentan con conocimientos sobre el tema densidad y placas tectónicas (Figura 1). Sin embargo, los resultados de las preguntas 1 y 3, están relacionadas directamente con el concepto y propiedad de densidad, fueron los más bajos, ellos son guía para comparar los resultados después de la intervención.

En contraste, después de la intervención en donde se aplicó la experimentación científica, no aparece algún porcentaje de reprobación, lo que significa que el grupo en su totalidad aprobó; puede afirmarse que dicha estrategia permitió la apropiación de conocimiento conceptual por los alumnos, quienes lograron un aprendizaje significativo (Figura 2).

La Tabla 2 sintetiza los resultados obtenidos antes y después de la estrategia didáctica.

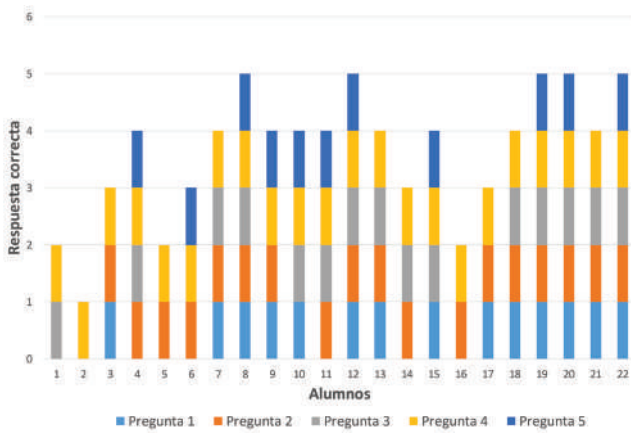


Figura 1. Resultados obtenidos con el instrumento: Recuperación de conocimientos previos.

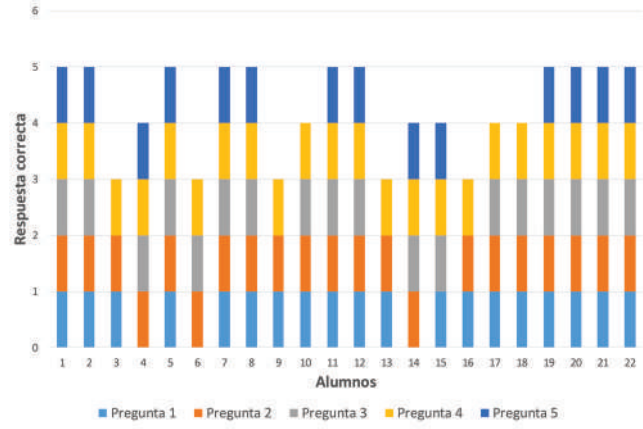


Figura 2. Resultados obtenidos con el instrumento: Evaluación Final.

Tabla 2. Resultados comparativos antes y después de la implementación de la experimentación científica.

Alumno	Conocimientos previos					Evaluación final				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1
2	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
3	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0
4	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
5	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
6	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
7	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0
10	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
11	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0
14	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
15	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
16	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
17	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sumatoria	14	18	15	22	11	19	21	18	22	14
Clave	1 Correcto 0 Incorrecto									

CONCLUSIONES

- Con base en los resultados obtenidos y su análisis se puede concluir que: la experimentación científica es viable para abordar el tema “Placas Tectónicas” debido a que permite desarrollar diversas habilidades de tipo conceptual, procedimental y actitudinal.

- Se puede determinar que, en algunos casos, se logró el aprendizaje al aumentar los aciertos; en el mismo nivel de conocimiento, a su vez, se presentaron casos donde se mantienen los aciertos; pero se aprendió otro nivel de conocimiento.
- Es importante enfatizar que la implementación de la experimentación científica no es una estrategia de enseñanza-aprendizaje infalible, desde la planeación hasta su aplicación.

REFERENCIAS

Alaniz-Álvarez, S. y Nieto-Samaniego, A. (2017). Experimentos simples para entender una tierra complicada. Eureka. Los continentes y los océanos flotan. México: Universidad Nacional Autónoma de México. https://tellus.geociencias.unam.mx/wp-content/uploads/2021/07/Libro3_arquimedes3.pdf

Ausubel, D. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. México: Paidós. https://issuu.com/luisorbegoso/docs/ausubel_-_adquisicion_y_retencion_d

Cortés, A., Gándara, M., Calvo, J., Martínez, M., Ibarra, J., Arlegui, J. y Gil, M. (2012). Expectativas, necesidades y oportunidades de los maestros en formación ante la enseñanza de las ciencias en la Educación Primaria. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas. 30 (3), 156-176. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285688>

Hidalgo, J., Blanca de la Paz, S., Barrionuevo, J., Callejas, G., Fernández, A., Navarrete, A. y Ruso, M. (2012). Despertando la curiosidad científica en Educación Infantil a través de la colaboración de la familia, la escuela y el centro universitario. Revista de Innovación e Investigación en Educación, 5 (1), 98-122. <https://doi.org/10.1344/reire2012.5.1516>

Secretaría de Educación Pública, G de M. (2016). El Modelo Educativo en México: el planteamiento pedagógico de la Reforma Educativa. Perfiles Educativos, 38 (154), 216-225. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2016.154.57670>

Manuscrito recibido: 28 de abril de 2022
 Manuscrito corregido recibido: 19 de mayo de 2022
 Manuscrito aceptado: 23 de mayo 2022

¡A LAS LENGUAS POR LA CIENCIA! ENSEÑANZA DE LENGUAS CON EXPERIMENTOS CIENTÍFICOS

Hernández-Pérez, Y.H.^{1*}, Alaniz-Alvarez, S.A.², Nieto-Samaniego, A.F.², Fuentes-Vilchis, S.¹, Calmus, T.³, Martini, M.³, Mesino-Hernández, J.C.², Garcés, P.¹, Antonio-Solís, E.¹, Esparza, A.D.¹, Peña-Camaño, V.¹, Schaaf, P.⁴, Delgado-Ponce de León, M.E.¹, Sadurni-D'Acari, G.⁵, Peña, V.¹, Dülmer, V.⁶, Nájera-Martínez, V.¹, Xu LiangFa², Xu, S.², Levresse, G.², Flores-Labardini, M.A.¹, Mendoza, C.², Morán-Torres, L.D.²

¹ Escuela Nacional Preparatoria, Universidad Nacional Autónoma de México(UNAM), Adolfo Prieto 722, Col del Valle Nte, Benito Juárez, 03100 Ciudad de México, CDMX

² Centro de Geociencias, Campus Juriquilla UNAM, Blvd. Juriquilla 3001, Querétaro, Qro., 76230

³ Instituto de Geología, UNAM, Ciudad Universitaria, Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán, CDMX, 04510

⁴ Instituto de Geofísica, UNAM, Ciudad Universitaria, Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán, CDMX, 04510

⁵ Facultad de Estudios Superiores Acatlán, Avenida Alcanfores y San Juan, Totoltepec s/n, Sta Cruz Acatlán, 53150 Naucalpan de Juárez, Méx.

⁶ Facultad de Ciencias de La Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera a Cerro Prieto km 8, Hacienda de Guadalupe, Apartado Postal 104, Linares, Nuevo León, 67700, México.

* yadira.hernandez@enp.unam.mx (autor de correspondencia)

RESUMEN

Este artículo presenta una propuesta didáctica con enfoque interdisciplinario e integrador para coadyuvar a resolver el problema de la desvinculación de la enseñanza de lenguas con las asignaturas de ciencia mediante la implementación de textos de divulgación sobre experimentos científicos traducidos al inglés, francés, alemán, italiano, chino y purépecha. El artículo se centra en el repositorio creado a partir de 26 traducciones y plantea formas de implementación de cuadernillos dentro de la clase de lenguas con enfoque integrador. La traducción del material publicado por el Centro de Geociencias fue hecha por profesores de lenguas de la Escuela Nacional Preparatoria de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y científicos nativos de cada lengua de la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM. Estas publicaciones se utilizaron en clases de lenguas donde los alumnos generaron material interactivo y recursos didácticos. Se incluyen muestras de los formatos e instrumentos utilizados en la implementación en la sección de resultados.

Palabras clave: Enseñanza de lenguas extranjeras, EFL, experimentos cruciales, clima, ondas, gravedad, edad de la Tierra.

ABSTRACT

This article presents a didactic proposal with an interdisciplinary and integrative approach to help solve the problem of the decoupling of language teaching with science subjects through the implementation of science dissemination texts with scientific experiments translated into English, French, German, Italian, Chinese and Purepecha. The article focuses on the repository integrated by 26 translations and proposes ways of implementing the booklets within the foreign language class. The translation of material published by the Center for Geosciences was done by language teachers from the National Preparatory School of the National Autonomous University of Mexico (UNAM) and native scientists of each language from the UNAM Scientific Coordination. These publications were used in language classes where students generated interactive material and teaching resources. Samples of the formats and instruments used in the implementation are included in the results section.

Keywords: Foreign language teaching, EFL, experimentum crucis, weather, waves, gravity, the age of the Earth.

INTRODUCCIÓN

Según el Web of Science Core Collections (Clarivate Analytics, 2022), entre las ocho lenguas más usadas en el ámbito científico están el Inglés, español, francés, alemán e italiano (Tabla 1). Hasta hoy, el inglés sigue siendo la lingua franca de la ciencia; no obstante, el aumento sostenido de publicaciones en otras lenguas. En contraste con esta realidad, la enseñanza de contenidos de ciencia está desvinculada de la enseñanza y aprendizaje de lenguas extranjeras en la educación media formal. Las consecuencias de dicha desvinculación son la falta de competencia lectora de textos de ciencia en otra lengua distinta a la materna, el escaso acceso de los estudiantes del nivel licenciatura a información de vanguardia en su área y el mínimo desempeño de los egresados a nivel internacional.

Lengua	Número de artículos
Inglés	3 434 642
Español	40 798
Alemán	28 515
Frances	17 788
Ruso	15 165
Chino	14 177
Portugués	9 991
Italiano	6 932

Datos obtenidos del Web of Science Core Collections (Clarivate Analytics, 2022) para el 2020.

Desde 2015, el programa '4 Miradas a la Ciencia' impulsa la interdisciplinariedad y transversalidad a través del estudio de las cuatro lenguas extranjeras con base en la lectura de traducciones de alta calidad de materiales científicos originales. En este esfuerzo se destaca la participación de investigadores de la Coordinación de la Investigación Científica (CIC) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en favor de la enseñanza y aprendizaje en el bachillerato con el proyecto "A la Ciencia por las Lenguas" que se inscribe dentro del programa mencionado.

Los objetivos de este proyecto son:

1. promover el aprendizaje integrado de ciencias y lenguas extranjeras (inglés, francés, alemán e italiano) entre los estudiantes del bachillerato UNAM.
2. Involucrar a los profesores de lenguas extranjeras y de ciencia en la enseñanza con énfasis integrador de ciencia en una lengua extranjera.
3. Capacitar a los profesores de lenguas y de ciencia en la integración de ambas disciplinas para la impartición de sus asignaturas.
4. Mantener constante la producción de traducciones, recursos y materiales originales de la UNAM.

METODOLOGÍA

Se eligió la serie:

"Experimentos simples para entender una Tierra complicada" como textos base para la enseñanza y el aprendizaje. La serie se encuentra en proceso de traducción y publicación en las cuatro lenguas que son objeto de aprendizaje en la Escuela Nacional Preparatoria (ENP). Las traducciones resultantes son de la más alta calidad lingüística y confiabilidad científica, pues

son producto de la colaboración de profesores de lenguas extranjeras de la ENP, todos con licenciatura en una lengua y literatura extranjera) y científicos nativos de cada lengua de la CIC de la UNAM, investigadores del Centro de Geociencias, el Instituto de Geología y el Instituto de Geofísica de la UNAM.

La elección de esta serie se debió a que los ocho cuadernillos son de fácil lectura, con un discurso informal pero objetivo y conciso; cada ejemplar presenta entre seis y ocho experimentos de grandes científicos como Galileo, Newton, Arquímedes, Thomas Young y Rutherford, entre otros. Cada experimento incluye la descripción del procedimiento, su explicación con base en leyes y principios científicos, la aplicación a la vida cotidiana y cómo se presenta el fenómeno en la Naturaleza. La colección es por demás apropiada para la enseñanza integrada de lenguas extranjeras y ciencia porque muchos de sus temas corresponden al nivel de bachillerato. Un análisis minucioso mostró que los contenidos de la colección coinciden con temas de 19 programas de estudio de la ENP, 12 del ENCCH y 3 de Iniciación Universitaria, de las cuatro áreas de conocimiento.

Cada traducción revisada y aprobada se sube a la página del Centro de Geociencias, UNAM en la sección

'A la ciencia por las lenguas' (Alaniz-Alvarez y Hernández, 2022) y a la página

'Recursos 4 Miradas' (Hernández y Alaniz-Alvarez (2016).

Las traducciones publicadas aparecen en la relación inserta en la sección siguiente y todas son descargables gratuitamente en formato PDF desde cualquiera de los dos sitios mencionados. Todos los cuadernillos, en español y en otras lenguas, está registrado en Indautor con derechos pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México.

Los profesores de lengua extranjera que participaron en el proceso de traducción del español a la otra lengua se aseguraron de poner en juego la mayor cantidad de estructuras gramaticales, tiempos verbales y voces que se establecen como contenido en los programas de estudio. Paralelamente, enfocaron los términos especializados mediante definiciones y ejemplos, con lo que se logró que los textos traducidos constituyeran un fuerte apoyo a la enseñanza y aprendizaje de la lengua extranjera y de léxico especializado con relación a temas de ciencia.

Por su parte, los científicos nativos hablantes que revisaron esas traducciones examinaron minuciosamente que el uso de los términos técnicos, las definiciones, los principios teóricos, las leyes naturales y los conceptos estuvieran traducidos correctamente, sin ambigüedades ni puntos de confusión. Una tercera etapa consistió en la revisión de estilo por parte de los especialistas de cada lengua extranjera. De esta forma, cada traducción es una herramienta idónea para la enseñanza de contenidos de ciencia, con rigor científico, en una lengua extranjera.

RESULTADOS Y PRODUCTOS

La implementación en aulas ha tomado diversas formas, desde la creación de repositorios hasta la de materiales y cursos para estudiantes y profesores del bachillerato, incluyendo presentaciones en ciclos de conferencias, coloquios, pecha kucha, ferias del libro, ferias de ciencias y otros.

A continuación, se enuncian los productos principales del proyecto 'A las lenguas por la ciencia y a la ciencia por las lenguas', mismos que se abordarán a detalle en artículos subsecuentes. En el presente, se describe solamente el repositorio, se incluyen muestras

del trabajo realizado y se ponen a disposición del público lector los productos y las sugerencias de uso para su adopción como materiales de apoyo para cursos de lengua extranjera o de ciencias de la Tierra, así como algunas ideas para su implementación dentro de un curso de educación formal, ya sea presencial, en línea o mixto.

1. Repositorio

De acceso libre, provee a docentes y estudiantes de todos los materiales y recursos generados por esta propuesta.

2. Analizador Léxico (LEX-A)

El propósito es identificar y delimitar el léxico objeto de aprendizaje explícito, los términos técnicos y el léxico cotidiano (sustantivos, verbos, adjetivos, adverbios, preposiciones, entre otros). Este programa de acceso libre para docentes y estudiantes hace un procesamiento de conteo detallado, palabra por palabra, genera una lista de palabras jerarquizando por frecuencia en cada texto y puede analizar y separar en Excel graficando los resultados.

3. Corpora léxicos

A partir de los resultados arrojados por LEX-A, es posible construir corpora léxicos que se establecen como meta de aprendizaje. La delimitación del léxico que hay que aprender permite la enseñanza explícita del mismo y orienta la aplicación de un número determinado de estrategias cognitivas léxicas que propician el entrenamiento de la percepción, de la memoria y de los procesos de recuperación.

4. Juegos interactivos

De forma semejante, los corpora léxicos dirigen la creación de contenidos meta a través de juegos interactivos originales.

5. Curso en Moodle

A partir de las traducciones, se ha construido un curso acerca de las ciencias de la Tierra en inglés, dirigido a estudiantes del área de las Matemáticas, Ingenierías y Física del bachillerato. El curso se diseñó con un enfoque transversal, interdisciplinario y consta de tres componentes principales: léxico especializado, gramática y comprensión de textos de Geociencias. Se incluyen actividades de aprendizaje, materiales, lecturas, juegos y herramientas para la evaluación y autoevaluación.

6. Material generado por los alumnos

Producto del proceso de enseñanza-aprendizaje integrado de ciencia y lengua extranjera, los estudiantes han generado una variedad de materiales interactivos a partir de las traducciones, tales como glosarios, infografías, videos de experimentos, videos interactivos, juegos, carteles de divulgación científica y presentaciones gráficas.

7. Eventos académicos

A partir de los contenidos de la serie y su implementación para la enseñanza y el aprendizaje de una lengua extranjera, se organizaron y llevaron a cabo eventos de tipo académico, tales como ciclos de conferencias de los estudiantes, en donde ellos presentan un tema relacionado con las Ciencias de la Tierra en una lengua extranjera. También se llevó a cabo el 1er Coloquio de Lenguas, Lenguajes y Ciencia en donde más de 50 docentes y 30 estudiantes compartieron la pantalla vía streaming para exponer, entre otros,

sobre temas de ciencia y de Geociencias en una lengua extranjera, como resultado del aprendizaje integrado de ambas disciplinas.

REPOSITORIO

Hasta este momento, se han concluido y publicado 26 traducciones a seis lenguas, alemán, francés, inglés, italiano y, en menor medida, chino y purépecha (Figura 1). El trabajo continuará hasta completar la colección en las cuatro primeras lenguas.

CUADERNILLOS EN ACCESO ABIERTO

Español (lengua de la versión original)	
1	La presión atmosférica y la caída de los cuerpos
2	La luz y los colores
3	¡Eureka! Los continentes y los océanos flotan
4	El clima pendiendo de un hilo
5	La Tierra y sus ondas
6	La medición de la Tierra
7	La edad de la Tierra
8	¡A la carga!

Inglés	
1	Atmospheric pressure and falling bodies
2	Light and color
3	Eureka! The continents and oceans float!
5	The Earth and its waves

Francés	
1	La pression atmosphérique et la chute des corps
2	La lumière et les couleurs
3	Eureka ! Les continents et les océans flottent !
4	Le temps suspendu à un fil
5	La terre et ses ondes
6	La mesure de la Terre
7	L'âge de la Terre
8	Chargez !

Italiano	
1	La pressione atmosferica e la caduta dei corpe
2	La luce e i colori
3	Eureka! I continenti e gli oceani galleggiano
4	Il clima appeso a un filo
5	La Terra e le sue onde

6	Misurare la Terra
7	L'età della Terra

Alemán	
1	Der Luftdruck und der Freie Fall
2	Das Licht und die Farben
3	Heureka! Schwimmende Kontinente und Ozeane
4	Das Weltklima hängt an einem seidenen Faden

Chino	
1	La presión atmosférica y la caída de los cuerpos

Purépecha	
1	Ch'anakua kimpo janhaskani parhakupinin. ¿Na uekorhisini ampecha?

SUGERENCIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS TRADUCCIONES COMO MATERIALES DE APOYO PARA CURSOS DE LENGUA EXTRANJERA

En este apartado se aborda la implementación de las traducciones del repositorio, se ponen los productos a disposición del público lector, se incluyen sugerencias de uso como materiales de apoyo para cursos de lengua extranjera y se presentan ideas para su puesta en marcha dentro de un curso de educación formal.

Las experiencias resultado del trabajo de elaboración, planeación, diseño y puesta en marcha de las traducciones dentro de cursos formales de lengua extranjera permiten presentar una serie de sugerencias para la implementación de una o más traducciones como materiales de apoyo dentro de un curso de lengua extranjera con enfoque integrador de ciencia y lengua.

1. Considerar la correspondencia de los contenidos de la traducción con el programa de estudios o currículo oficial del curso

La pertinencia de los contenidos temáticos y lingüísticos de cada traducción debe ser el primer punto a evaluar antes de planear su implementación como material base de lectura dentro de un curso de lengua extranjera. Un análisis minucioso de las estructuras gramaticales más recurrentes en el texto, aunado a la identificación del léxico cotidiano más frecuente, permitirá al docente definir el grado de correspondencia con los contenidos meta del programa de estudio de la asignatura.

A manera de ejemplo, se insertan dos tablas que contienen el análisis del cuadernillo 1 a fin de identificar su correspondencia con los contenidos de un programa de estudios vigente (UNAM-Escuela Nacional Preparatoria, 2013). La Tabla 2 muestra los contenidos gramaticales del programa de estudios para la asignatura Inglés VI de la Escuela Nacional Preparatoria, UNAM, en tanto que la Tabla 3 identifica las estructuras gramaticales más frecuentes en el cuadernillo referido.

La Tabla 3 (Hernández, 2019) muestra que diecisiete de las dieciocho estructuras y temas gramaticales meta para los estudiantes de la asignatura Inglés VI sí se encuentran en el cuadernillo 1. Numerosos estudios en el área de la adquisición de lenguas extranjeras coinciden en que es indispensable que el estudiante encuentre la estructura gramatical meta al menos siete veces dentro de contextos variados a fin de que adquiera su función y uso (Aka, 2020; Lee *et al.*, 2015; Song & Sardegna, 2014). El cuadernillo 1 provee múltiples encuentros con doce de los contenidos gramaticales comprendidos en el programa de estudios para Inglés VI, por lo que este texto aporta muchas oportunidades para la comprensión y la práctica.

Asimismo, hay estructuras que forman parte de los programas de estudios para las asignaturas Inglés IV e Inglés V, que son antecedentes de Inglés VI, por lo que es de esperarse que los estudiantes las comprendan en un texto y sean capaces de generar enunciados usándolas. El hecho de que esas estructuras se encuentren en repetidas ocasiones dentro del texto implica y promueve el reciclaje de conocimientos previos. De esta forma, se llegó a la conclusión de que los contenidos gramaticales por medio de los cuales se expresan los temas del cuadernillo 1 sí corresponden a los contenidos del mismo tipo del programa de estudios por lo que sí es pertinente introducir dicho cuadernillo como texto base para el desarrollo de estrategias de lectura, así como para el aprendizaje de contenidos procedimentales y actitudinales.



Figura 1. Portadas de las 25 traducciones a 6 lenguas, 5 extranjeras y 1 originaria. Todas las traducciones están disponibles gratuitamente en el Repositorio.

Tabla 2. CONCENTRADO DE CONTENIDOS GRAMATICALES DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS PARA LA ASIGNATURA INGLÉS VI DE LA ENP UNAM

No.	Tema
1.1	Oraciones simples (Sujeto + verbo; Sujeto + verbo + objeto directo; Sujeto + verbo + Objeto indirecto + objeto directo).
1.2	Partes del discurso: sustantivo, adjetivo, verbo, pronombre, conjunción, adverbio y preposición
1.3	Determinantes: artículos (a, an, the, 0); adjetivos demostrativos (this, that, these, those) / posesivos (my, your, his, her, its, our, your, their) / cuantitativos (a lot, many, not much, few, little, no).
1.4	Conjunciones: and, but, so, or.
2.1.	Presente simple para expresar futuro (Noción presente con carácter permanente).
2.2	Presente continuo para expresar futuro (Noción presente con carácter temporal).
3.1	Presente perfecto / Adverbios: yet, already, just (Noción de tiempo presente y pasado, aspecto perfecto).
3.2	Presente perfecto continuo / Adverbios: for, since (Noción de tiempo presente y pasado, aspecto perfecto con carácter temporal/en progreso).
4.1	Inferencia certera: must/can't (Noción de modo).
4.2	Inferencia probable: might/could (Noción de modo).
5.1	Condicional cero: If + presente simple, presente simple (Noción de tiempo presente con carácter permanente).
5.2	Primer condicional: If + presente simple, ...will/going to (Noción de tiempo presente con carácter permanente/Noción tiempo futuro).
5.3	Segundo condicional: If + pasado simple, ...would/could (Noción de pasado con carácter permanente/Noción de presente hipotético).
6.1	Voz pasiva en presente (Noción de voz gramatical).
6.2	Voz pasiva pasado (Noción de voz gramatical).
Los números indican la Unidad programática y el número de subtema (Hernández-Pérez, 2019).	

2. Identificar las oportunidades de aplicación de estrategias para la comprensión de lectura de textos de divulgación científica en una lengua extranjera

Un artículo de divulgación científica es un texto informativo basado en conceptos, procesos o investigaciones científicas dirigido a un público no especializado y cuyo propósito es difundir la ciencia en lenguaje accesible. En un contexto de educación formal, lo ideal es enseñar a los estudiantes un conjunto de estrategias para la comprensión de lectura de este tipo de textos; la aplicación sistemática y bien orientada de estas estrategias debe derivar en la comprensión del texto, así como en otros aprendizajes de tipo procedimental y actitudinal.

Es necesario destacar que la competencia lectora incluye la capacidad de utilizar la lectura para aprender, ya que 'consiste en la comprensión y el empleo de textos escritos y en la reflexión personal a partir de ellos con el fin de alcanzar las metas propias, desarrollar el conocimiento y el potencial personal y participar en la sociedad.'

(PISA, 2009-OCDE:21). Para tal fin, el docente debe enseñar a leer y comprender, promover el desarrollo de estrategias de procesamiento de la información y a producir textos en la disciplina producto de procesos de análisis, elaboración y síntesis.

El estudiante lector debe llegar a ser capaz de procesar la información del texto tanto literal como relacionamente, a la vez que aplicar estrategias que le permitan profundizar en el texto identificando las ideas y sus jerarquías, para luego conectarlas coherentemente y transferirlas para aplicarlas a nuevos contextos.

Para orientar la lectura de un texto de divulgación científica se requiere que el docente explique, modele y guíe a fin de que el estudiante entienda, comprenda y transfiera la información convertida en conocimiento. Este es un proceso interactivo entre el estudiante lector y el texto, mediado por el docente cuando así se requiere. Las traducciones de la colección 'Experimentos simples para entender una Tierra complicada' aportan muchos recursos para

Tabla 3. FRECUENCIA DE ESTRUCTURAS Y TEMAS GRAMATICALES EN EL CUADERNILLO 1**1. Atmospheric pressure and falling bodies**

		Grammatical structure	Examples from the book		
		Present Simple (to be) S+(am/are/is)+C	Air is a gas. The atmosphere is the covering of gas that surrounds the planet. It is mainly a mixture of gases that we call air.		
		Present Simple S+V+C	The temperature of the air diminishes with altitude at a rate of 6.5 degrees centigrade per 1000 m. Liquids transmit pressure with the same intensity in all directions.		
		Imperative Form V+D.O.+C	1. Stretch the balloon to cover the top of the bottle.		
		1st Conditional If+S+V+C, S+will+V+C	If the dropper has water, it will weigh more than when it has only air.		
		Present Perfect S+(have/ has)+PP+C	Our species has only been around for the last 200,000 years out of the 4,500 million years the Earth has existed.		
		When+S+V+C, S+V+C	When the water gets into the dropper, it may sink.		
		Past Simple S+V+C	He also measured time with the amount of water dropping from a graduated cylinder.		
		Voz pasiva en presente (Noción de voz gramatical)	...when their original shape is restored, they are pushed in the opposite direction.		
		Past Simple S+(was/were)+C	Galileo's main interest was not limited to asking...		
		Voz pasiva en pasado (Noción de voz gramatical)	Galileo's main interest was not limited to asking how the movement of the Earth worked...		
		Presente continuo (para expresar futuro)	The air inside the balloon is pushing in all directions...		
		Inferencia probable: might/could	A possible answer could be: it is the result of curiosity...		
		Inferencia certera: must/can't	Nothing can go wrong in such a simple experiment.		
		Presente perfecto continuo	Homo sapiens, who is less than 2 meters tall, has been living on the superficial layer of a planet		

Tabla 4. ESTRATEGIAS PARA LA COMPRESIÓN DE LECTURA DE TEXTOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA. Cuadernillo 1. Atmospheric pressure and falling bodies				
Fase	Estrategia		Agente	Contenidos del cuadernillo 1
Prelectura (atención visual)	Identificar elementos gráficos		Estudiante y docente	Dibujos, tablas, diagramas
	Identificar elementos tipográficos		Estudiante y docente	Títulos, subtítulos, negritas, cursivas
	Registrar las partes del texto		Estudiante	Introducción instrucciones procedimiento explicación variaciones conceptos, principios, leyes ejemplos en la vida diaria obsérvalo en la Naturaleza
	Identificar ideas(s) principal(es)		Estudiante y docente	Capítulo seleccionado
	Recordar conocimientos previos sobre el tema y asociar con puntos del capítulo seleccionado		Estudiante	
	Identificar términos especializados (léxico meta)		Estudiante y docente	Capítulo seleccionado
Lectura (análisis)	Subfase: Desarrollo de habilidades experimentales (comprender y aplicar)	Enlistar requerimientos para realizar el experimento	Estudiante	Lista de materiales
		Modelar el experimento (técnica 'think aloud')	Docente	Instrucciones
		Ensayar los pasos del experimento	Docente y estudiante	Instrucciones
		Describir el experimento en voz alta en la lengua extranjera	Docente y estudiante	Instrucciones
		Realizar el experimento	Estudiante	Instrucciones
		Reproducir el experimento en varias ocasiones: fotografías y video	Estudiante	
		Describir por escrito el experimento en la lengua extranjera con base en formatos guía	Estudiante y docente	
		Ilustrar la descripción con sus fotografías	Estudiante	
	Subfase: análisis de los contenidos del texto	Identificar los conceptos, principios, leyes naturales o supuestos que dan cuenta del fenómeno observado (ideas secundarias).	Estudiante y docente	Sección 'Explícalo'
		Relacionar claramente el fenómeno observado con su explicación científica	Estudiante y docente	Experimento y sección 'Explícalo'
		Examinar los enunciados que contienen conceptos, explicaciones, leyes o principios para identificar su estructura gramatical.	Estudiante y docente	Capítulo seleccionado
		Descomponer cada enunciado para distinguir sus componentes, la estructura gramatical, el tiempo verbal, la voz y otros componentes gramaticales.	Estudiante	Capítulo seleccionado
		Identificar otros ejemplos del mismo fenómeno en la vida diaria o en la Naturaleza.	Estudiante	Sección 'Obsérvalo en la Naturaleza'
		Asociar con usos cotidianos y otros usos posibles	Estudiante	
		Seleccionar 3 fuentes de información confiable para ampliar conocimientos sobre el tema.	Estudiante	
Examinar esas fuentes y recopilar más información pertinente al tema.		Estudiante		
Esquematizar la información en mapas, diagramas, tablas, etc.	Estudiante			

Postlectura	Subfase 1: síntesis	Resumir el texto original: experimento, base teórica, experiencia personal.	Estudiante	Capítulo seleccionado
		Simplificar la información procedente de otros textos	Estudiante	Capítulo seleccionado como referente
	Subfase 2: elaboración	Integrar un esquema o listado con todos los puntos recabados del cuadernillo 1 y los provenientes de otras fuentes.	Estudiante y docente	Capítulo seleccionado como referente
		Comparar esquemas entre estudiantes (peer review, evaluación de pares)		
		Construir un escrito original a partir del esquema, incluir fotografías, imágenes y referencias en formato APA7.	Estudiante	
	Subfase 3: creación	Comprobar la corrección gramatical, el uso adecuado de términos especializados, la congruencia y cohesión del texto creado por el estudiante.	Estudiante y docente	
		Combinar la información del texto creado por el estudiante con una forma de presentación que permita su divulgación: infografía, cartel de divulgación científica, presentación gráfica, video.	Estudiante	

TABLA 5. FORMATO DE APOYO PARA EL ESTUDIANTE QUE INCLUYE LAS FASES DE PRELECTURA Y DE LECTURA

UNAM ENP
School 5 'José Vasconcelos'
English VI

READING COMPREHENSION ASSIGNMENT

Week 26

Student's name: _____ Class: _____

TEXT TITLE: _____

PRE READING		
Questions	Your answers	pages
Graphic elements in the text?		
Typographic elements in the text?		
Topic: what is this text about?		
What did you know about this topic BEFORE looking at this text?		
What other relevant information did you find?		
What is the main idea?		
READING		
What are the supporting ideas?		
What are the most important concepts in this text? (LIST)		
Are there any theories, models, laws in this text? What are they? (LIST)		
What technical words (terms) did you find? (LIST)		
Find 2 sentences in Present Simple Tense in the text. (copy and paste) Identify SVO Identify the parts of speech in the sentence.		
Find 1 sentence in Present Continuous Tense in the text. Identify SVO. Identify the parts of speech in the sentence. (copy and paste)		
Find 1 sentence in Present Perfect Tense in the text. Identify SVO. Identify the parts of speech in the sentence. (copy and paste)		
Find 1 sentence in the Present Perfect Progressive Tense in the text. Identify SVO. Identify the parts of speech in the sentence. (copy and paste)		
Find 1 example of the Conditional 1 in the text. Identify SVO. Identify the condition and the consequence. (copy and paste)		
Find 1 example of the Passive Voice in Present or in Past Tenses . Identify the syntax.		

promover este proceso.

La Tabla 4 (Hernández, 2019) presenta las estrategias para la comprensión de lectura que los estudiantes han desarrollado con base en la traducción al inglés del cuadernillo 1. El proceso se compone de tres fases o etapas: prelectura, lectura y poslectura. En cada una se aplica una serie de estrategias para promover progresivamente la atención visual para el aprendizaje, la asociación con conocimientos previos (recordar), la comprensión del texto, la aplicación por medio del experimento base de cada capítulo, el análisis, la evaluación y la creación. El agente transita entre el estudiante y el docente a fin de favorecer la autonomía en el aprendizaje. El proceso descrito en la Tabla 4 se apoya en el uso de un formato que orienta el trabajo de cada estudiante (Tabla 5).

La Tabla 4 también muestra una propuesta de proceso para el desarrollo de la competencia lectora de textos de divulgación científica en una lengua extranjera a partir de la traducción del cuadernillo 1 de la colección 'Experimentos simples para entender una Tierra complicada'. La experiencia tras la aplicación de este proceso a más de seiscientos estudiantes de la ENP UNAM, a lo largo de cinco años, señala que la comprensión, capacidad de aplicación de conocimientos, de análisis de este tipo de textos y de evaluación del trabajo propio y de los pares sí progresa de un nivel básico a uno intermedio. Entre los aprendizajes de tipo procedimental que más se han beneficiado están fijar la atención en el punto de inflexión, leer y seguir instrucciones; entre los aprendizajes actitudinales se encuentran una mejor disposición a la lectura y estudio de temas científicos, la experimentación, el desarrollo de la curiosidad y la eliminación de conceptos y asunciones equivocadas

respecto de algunos temas de Física.

3. Orientar el trabajo de los estudiantes por medio de formatos

El entrenamiento en la aplicación de estrategias debe ser explícito (Brown, 2001). El proceso puede dividirse en tres etapas: a) la explicación por parte del docente a los estudiantes, b) la modelación de la estrategia, que puede o no ir acompañada de la descripción verbal de cada paso que conforma la estrategia y c) la práctica guiada para que el estudiante aplique la estrategia en las primeras ocasiones. Gradualmente, la práctica conduce al estudiante a la autonomía en la aplicación de cada estrategia (Anderson, 1993; Anderson, 2000; Anderson y Finchman, 1994; Anderson *et al.*, 2004).

La primera etapa consiste en la explicación verbal y detallada de cada paso de la estrategia y puede contar con el apoyo de ilustraciones o fotografías que permitan al estudiante visualizar cada paso.

La segunda etapa consta de al menos tres ejemplos en los que el docente realiza una ejecución bien planeada, clara, paso a paso, de la estrategia. Lo ideal es acompañar la ‘actuación’ con la explicación en voz alta de lo que se está haciendo y qué detalles deben tomarse en cuenta.

La tercera etapa tiene como objetivo promover la práctica a fin de que el estudiante conceptualice claramente y sin errores cada paso de la estrategia, la aplique con mayor eficiencia en cada ocasión y desarrolle mayor autonomía en cada ocasión (Figura 2). La participación del docente es cada vez menor, por lo que el uso de formatos que orienten el trabajo del estudiante es muy recomendable. La Tabla 5 muestra uno de los formatos usados con los estudiantes de la ENP durante el proceso que se describe. Este formato incluye solamente las fases de prelectura y de lectura. Las estrategias relacionadas con la realización del experimento no se incluyen en este formato debido a su naturaleza práctica.

CONCLUSIONES

- En este artículo se presenta el repositorio, que es uno de los productos del programa ‘4 Miradas a la Ciencia’, específicamente del proyecto ‘A la ciencia por las lenguas y a las lenguas por la ciencia’, adscrito al CEGEO campus Juriquilla.
- Actualmente, el repositorio cuenta con 26 traducciones a seis lenguas de los cuadernillos de la serie “Experimentos simples para entender una Tierra complicada” publicados por el Centro de Geociencias, UNAM. Cuatro lenguas son objeto de aprendizaje en la ENP UNAM.
- Se planteó una propuesta de implementación de las traducciones como textos que sirvan de base al desarrollo de la lectura de textos de divulgación científica en una lengua extranjera, en el contexto de esa entidad educativa.
- La integración del repositorio aquí descrito es evidencia de la interacción y colaboración entre científicos de cinco nacionalidades diferentes, adscritos a dependencias de la Coordinación de la Investigación Científica y posgrado de la UNAM, con profesores de lenguas extranjeras adscritos al nivel bachillerato de la UNAM.
- Esta colaboración garantiza 26 publicaciones de alto nivel lingüístico y rigor científico que pueden implementarse como material de lectura dentro de los cursos de lenguas extranjeras del bachillerato. De esta forma, estas publicaciones UNAM trascienden hasta los docentes y el alumnado de varias generaciones.
- En cuanto a la enseñanza y el aprendizaje a nivel de la educación media superior, la contribución de este artículo radica en

la presentación de una propuesta que permite integrar el aprendizaje de ciencia a las clases de lenguas extranjeras. La clase de lengua ya no es solamente de gramática y vocabulario, así como la clase de ciencia ahora se extiende a la expresión de conocimientos y procesos en más de una lengua. Si se insiste en esta integración, los estudiantes serán capaces de acceder a información científica, podrán interactuar en eventos científicos internacionales y, llegado el momento, publicar sus propias propuestas y avances en otra lengua de mayor difusión en el mundo de la ciencia que el español.

- La propuesta también incluye el desarrollo de estrategias para el aprendizaje integrado de lengua extranjera y ciencia mediante un proceso compuesto de tres fases que describen el desarrollo de una lectura descendente en la que se conjugan habilidades y conocimientos de tipo lingüístico con conocimientos y habilidades de tipo científico, al tiempo que se aplica una serie de estrategias cognitivas para la percepción, acceso, comprensión, análisis, evaluación y creación (elaboración). Este es un campo poco explorado por docentes e investigadores de la educación que requiere de un número mayor de agentes y participantes.
- En el futuro próximo, el repositorio seguirá añadiendo traducciones a su acervo, con lo que los trabajos de implementación de estos materiales dentro de los cursos de lengua extranjera del bachillerato seguirán adelante.

REFERENCIAS

- Aka, N. (2020). Incidental learning of a grammatical feature from reading by Japanese learners of English as a foreign language. *System*, 91, 102250. <https://doi.org/10.1016/j.system.2020.102250>
- Alaniz-Alvarez, S.A., y Hernández, Y. (2022). Centro de Geociencias, UNAM Campus Juriquilla | Lenguas Ciencia. Retrieved 1 May 2022, from <https://tellus.geociencias.unam.mx/index.php/lenguas-ciencia/>
- Anderson, J.R. (1993). *Rules of the mind*. Hillsdale, NJ: Earlbaum.
- Anderson, J.R. (2000). *Cognitive psychology and its implications*. USA: Worth Publishers.
- Anderson, J.R. y Finchman, J.M. (1994). Acquisition of Procedural skills from examples. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, (20), 1322-1340.
- Anderson, J.R., Douglass, S. y Qin, Y. (2004). How should a theory of learning and cognition inform instruction? En A. Healy (Ed.), *Experimental cognitive psychology and its applications*. Washington, D.C.: American Psychological Association.
- Brown, Ch., Sagers, Sh. y LaPorte, C. (2001). Incidental vocabulary acquisition from oral and written dialogue journals. *Studies in Second Language Acquisition*. 21 (2), 259–282.
- Clarivate Analytics (2022). Web of Science Core Collections. <https://clarivate.com/webofsciencelibrary/solutions/web-of-science-core-collection/>
- Hernández, Y.A. (2019). *Learning materials for the English for Physics integrated class*. (Publicación interna). México.
- Hernández, Y., y Alaniz-Alvarez, S.A. (2016). Traducciones y adaptaciones de textos de ciencia- Recursos 4 Miradas. Retrieved 1 May 2022, from <https://sites.google.com/site/recursos4miradas/8>
- Lee, J., Schallert, D., & Kim, E. (2015). Effects of extensive reading and translation activities on grammar knowledge and attitudes for EFL adolescents. *System*, 52, 38-50. <https://doi.org/10.1016/j.system.2015.04.016>
- Song, J., & Sardegna, V. (2014). EFL Learners’ Incidental Acquisition of English Prepositions through Enhanced Extensive Reading Instruction. *RELC Journal*, 45(1), 67-84. <https://doi.org/10.1177/003688214522623>
- UNAM-Escuela Nacional Preparatoria. (2013). Programa de estudios para la asignatura Inglés VI. (Publicación interna) México: UNAM-DGENP.

Manuscrito recibido: 13 de mayo de 2022

Manuscrito corregido recibido: 5 de junio de 2022

Manuscrito aceptado: 7 de junio 2022



Momento en que estudiantes del plantel 5 'José Vasconcelos' de la ENP UNAM presentan experimentos incluidos en la colección 'Experimentos simples para entender una Tierra complicada', en lenguas extranjeras en el CEGEO campus Juriquilla (mayo 2019).



Estudiantes del plantel 8 de la ENP UNAM realizan experimentos en los LACE durante la clase de alemán, como parte del proyecto 'A las lenguas por la ciencia y a la ciencia por las lenguas' (marzo 2017).



 ESTUDIOS

PLANETEANDO

