

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

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

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

<sup>2</sup> Centro de Geociencias, Campus Juriquilla UNAM, Blvd. Juriquilla 3001, Querétaro, Qro., 76230

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

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

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

<sup>6</sup> 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	<a href="#">La presión atmosférica y la caída de los cuerpos</a>
2	<a href="#">La luz y los colores</a>
3	<a href="#">¡Eureka! Los continentes y los océanos flotan</a>
4	<a href="#">El clima pendiendo de un hilo</a>
5	<a href="#">La Tierra y sus ondas</a>
6	<a href="#">La medición de la Tierra</a>
7	<a href="#">La edad de la Tierra</a>
8	<a href="#">¡A la carga!</a>

Inglés	
1	<a href="#">Atmospheric pressure and falling bodies</a>
2	<a href="#">Light and color</a>
3	<a href="#">Eureka! The continents and oceans float!</a>
5	<a href="#">The Earth and its waves</a>

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

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

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**

		<b>Grammatical structure</b>	<b>Examples from the book</b>		
		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		

<b>Tabla 4. ESTRATEGIAS PARA LA COMPRESIÓN DE LECTURA DE TEXTOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA. Cuadernillo 1.</b> <b>Atmospheric pressure and falling bodies</b>				
<b>Fase</b>	<b>Estrategia</b>		<b>Agente</b>	<b>Contenidos del cuadernillo 1</b>
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 <b>Present Simple Tense</b> in the text. (copy and paste) Identify SVO Identify the parts of speech in the sentence.		
Find 1 sentence in <b>Present Continuous Tense</b> in the text. Identify SVO. Identify the parts of speech in the sentence. (copy and paste)		
Find 1 sentence in <b>Present Perfect Tense</b> in the text. Identify SVO. Identify the parts of speech in the sentence. (copy and paste)		
Find 1 sentence in the <b>Present Perfect Progressive Tense</b> in the text. Identify SVO. Identify the parts of speech in the sentence. (copy and paste)		
Find 1 example of the <b>Conditional 1</b> in the text. Identify SVO. Identify the condition and the consequence. (copy and paste)		
Find 1 example of the <b>Passive Voice in Present or in Past Tenses</b> . 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/webofsciencegroup/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).