

14

EL MODELO INSTRUCCIONAL **DE LAS 5E APLICADO EN LAS CIENCIAS NATURALES** **EXPERIMENTALES Y TECNOLOGÍA DENTRO DEL** **BACHILLERATO TECNOLÓGICO**



© 2025; Los autores. Este es un artículo en acceso abierto, distribuido bajo los términos de una licencia Creative Commons que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio siempre que la obra original sea correctamente citada.

EL MODELO INSTRUCCIONAL

DE LAS 5E APLICADO EN LAS CIENCIAS NATURALES EXPERIMENTALES Y TECNOLOGÍA DENTRO DEL BACHILLERATO TECNOLÓGICO

APPLICATION OF THE 5E INSTRUCTIONAL MODEL IN EXPERIMENTAL NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY EDUCATION AT THE TECHNOLOGICAL HIGH SCHOOL LEVEL

Oziel Garza-Zavala¹

E-mail: oziel.garza@cbtis276.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8987-1859>

Anai Jaime-Nevares¹

E-mail: anai.jaime@cbtis276.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3628-2651>

Sergio Antonio Terán-Treviño²

E-mail: sergio.teran@docentes.uat.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1920-4754>

¹ Dirección General de Educación Tecnológica Industrial. Tamaulipas. México.

² Universidad Autónoma de Tamaulipas. México.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Garza-Zavala, O., Jaime-Nevares, A., & Terán-Treviño, S. A. (2025). El modelo instruccional de las 5E aplicado en las ciencias naturales experimentales y tecnología dentro del Bachillerato Tecnológico. *Revista Mexicana de Investigación e Intervención Educativa*, 4(3), 137-149.

Fecha de presentación: 23/05/2025

Fecha de aceptación: 19/07/2025

Fecha de publicación: 01/09/2025

RESUMEN

El modelo instruccional de las 5E ha demostrado ser altamente eficaz en diversas disciplinas. En el presente trabajo, se busca fundamentar y ejemplificar su aplicación en el campo de las ciencias naturales, desde la perspectiva de docentes que imparten asignaturas afines en la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI). Este enfoque cobra relevancia a partir de los significativos cambios curriculares derivados de los trabajos colaborativos iniciados en 2019, cuando los actores del proceso educativo de nivel medio superior participaron en la construcción del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS). Como resultado, los docentes adoptaron el modelo de progresiones de aprendizaje, así como modificaciones en los nombres, estructuras y contenidos de las asignaturas, que anteriormente se abordaban de forma separada (física, química, biología y ecología) y que ahora se integran desde la perspectiva de las Ciencias Naturales Experimentales y Tecnología. Las etapas del modelo 5E —Enganchar, Explorar, Explicar, Elaborar y Evaluar— permiten que los estudiantes construyan activamente su conocimiento a partir de la experiencia y la reflexión. Este trabajo tiene como propósito ejemplificar el modelo indagatorio en distintos contextos, mediante Unidades de Aprendizaje Curricular, favoreciendo así el desarrollo de competencias vinculadas al perfil de egreso del bachillerato tecnológico en México.

Palabras clave:

Modelo Instruccional 5E, educación tecnológica, educación basada en competencias.

ABSTRACT

The 5E instructional model has proven to be highly effective across various disciplines. This paper aims to support and exemplify its application in the field of natural sciences from the perspective of teachers who deliver related subjects within the Dirección General de Educación Tecnológica Industrial y de Servicios (DGETI). This approach gains relevance in light of the significant curricular reforms stemming from collaborative efforts initiated in 2019, when stakeholders in upper secondary education contributed to the development of the Common Curricular Framework for Upper Secondary Education (MCCEMS, for its acronym in Spanish). As a result, educators adopted the learning progression model, along with changes to the names, structure, and content of courses that were previously taught separately—physics, chemistry, biology, and ecology—and which are now integrated from the perspective of Experimental Natural Sciences and Technology. The five phases of the 5E model—Engage, Explore, Explain, Elaborate, and Evaluate—enable students to actively construct knowledge through experience and reflection. The purpose of this work is to illustrate the use of the inquiry-based model across different contexts through Curricular Learning Units, thereby fostering the development of competencies aligned to the graduate profile of the technological high school education in Mexico.

Keywords:

5E Instructional Model, technological education, competency-based education.

INTRODUCCIÓN

La Nueva Escuela Mexicana ha traído consigo cambios sustanciales para la impartición y la articulación de temas en las Ciencias Naturales, en donde la enseñanza hoy en día debe presentarse de carácter crítica y contextualizada, ya que no solo el alumno debe aprender y memorizar, sino que deben atender problemáticas reales e interrelacionar conocimientos con otras disciplinas (Fernandes et al., 2014).

Es en este sentido que se deben de tener en cuenta nuevos desafíos para la enseñanza de las Ciencias Naturales Experimentales y Tecnología (CNEyT), por ejemplo existe evidencia que demuestra que la motivación a través de la contextualización juega un papel importante para lograr aprendizajes significativos (Busquet et al., 2016). Por otro lado, se pueden integrar nuevas herramientas tecnológicas que vinculen el contexto real, con el uso de la tecnología (Monteiro et al., 2022). Lo anterior, es fundamental para demostrar la necesidad de la falta de metodologías activas que promuevan el aprendizaje significativo, para la apropiación de conceptos científicos.

Al hablar de metodologías activas, es importante resaltar la importancia de tres factores para las CNEyT como lo son: la indagación, la experimentación y el uso de la tecnología. Es por ello que existe un modelo instruccional denominado las 5E (Enganchar, Explorar, Explicar, Elaborar, Evaluar) desarrollado por el Biological Sciences Curriculum Study (Bastida, 2019). Este modelo que fue utilizado en los 80’s y tiene un retorno metodológico, con la finalidad de que el alumno se presente de manera crítica al tratar de entender un tema y que lo lleve a un descubrimiento guiado, siendo como objetivo principal el desarrollo de un pensamiento científico (Ruz-Martínez et al., 2022). Lo anterior favorece el perfil de egreso de bachillerato tecnológico en México ya que al desarrollarse motiva al estudiante a obtener un pensamiento crítico, la resolución de problemas y el desarrollo de competencias científicas y tecnológicas

El desarrollar enfoques de metodologías activas permite que los estudiantes se vean favorecidos en la inmersión del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS). Es por ello que el presente trabajo busca analizar y describir la importancia de la implementación del modelo 5E en la enseñanza de Ciencias Naturales y Tecnología en el bachillerato tecnológico e implementar tres ejemplos prácticos que favorezcan el entendimiento de su ejecución. Lo anterior con la finalidad de que este trabajo escrito sea un ejemplo real de cómo utilizar las 5 E en el bachillerato tecnológico en México.

DESARROLLO

El modelo de las 5E está enfocado en el estudiante y en su enseñanza de diferentes disciplinas como las ciencias, en este modelo el alumno desarrolla sus propios

conocimientos a través de la experiencia y la reflexión, las etapas que componen este modelo son: Enganchar, Explorar, Explicar, Elaborar y Evaluar. Se basa en principios del constructivismo, teoría del aprendizaje que sostiene que los individuos construyen activamente su conocimiento a través de la experiencia y la reflexión. El modelo 5E incorpora estos principios al estructurar la enseñanza en fases que promueven la participación activa, la indagación y la reflexión crítica (Bastida, 2019).

La indagación es un componente central del modelo instruccional de las 5E, ya que promueve un aprendizaje activo y significativo. En este enfoque pedagógico, los alumnos no reciben solo la información de manera pasiva, sino que desarrollan su conocimiento a través de la exploración, el cuestionamiento y resolver problemas reales. Cada etapa o fase que compone este modelo supone actividades u objetivos que pretende desarrollar durante su ejecución e implica un proceso de aprendizaje progresivo y activo por parte del estudiante (ver la Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de las cinco etapas del Modelo Instruccional de las 5E.

Etapa	Descripción
Enganchar	En esta fase, se busca captar la atención de los estudiantes y despertar su interés por el tema. Se presentan situaciones o preguntas provocadoras que estimulan la curiosidad y permiten identificar los conocimientos previos de los alumnos. Esta etapa es crucial para establecer una conexión emocional y cognitiva con el contenido (Ruiz & Bybee, 2022).
Explorar	Los estudiantes participan en actividades prácticas que les permiten investigar conceptos y fenómenos por sí mismos. A través de la exploración, los alumnos recolectan datos, hacen observaciones y comienzan a formular hipótesis, desarrollando habilidades de pensamiento crítico y científico (Science Teaching, 2022).
Explicar	En esta etapa, los estudiantes articulan sus hallazgos y comprensiones, mientras que el docente introduce formalmente los conceptos y términos científicos relevantes. Se fomenta la discusión y el intercambio de ideas, consolidando el aprendizaje y corrigiendo posibles malentendidos (Ruiz & Bybee, 2022).
Elaborar	Los alumnos aplican los conocimientos adquiridos a nuevas situaciones, profundizando su comprensión y desarrollando habilidades transferibles. Esta fase promueve la conexión entre conceptos y la integración del aprendizaje en contextos más amplios (Bastida, 2019).
Evaluar	Se evalúa el aprendizaje de los estudiantes mediante diversas estrategias, como pruebas, proyectos o autoevaluaciones. La evaluación es continua y formativa, proporcionando retroalimentación que guía el proceso educativo y permite ajustar la enseñanza según las necesidades de los alumnos (Ruiz & Bybee, 2022).

El aprendizaje se define como el proceso a través del cual el ser humano adquiere, modifica o refina conocimientos, habilidades, conductas o valores a través de la experiencia como el estudio o la instrucción, la observación o la práctica. Las teorías del aprendizaje proporcionan información valiosa sobre cómo se aprende, cuánto se aprende y qué tan involucrado está el estudiante en la construcción de su propio conocimiento.

En el ámbito educativo, es pertinente considerar los conocimientos previos de los estudiantes para establecer una conexión con lo que se quiere enseñar; éste método se conoce como aprendizaje significativo (Ausbel, 1983). David Ausbel aborda el aprendizaje significativo como teoría y como método desde la perspectiva de que, relacionar nuevos conocimientos con conceptos relevantes e interesantes que el alumno ya conoce ayuda a integrar la nueva información enriqueciendo dichos conceptos, para luego establecerse en la memoria de largo plazo.

Algunas de las teorías pedagógicas que soportan el aprendizaje significativo como método fundamental del proceso son el constructivismo y el aprendizaje social. El aprendizaje social se enfoca en la observación y la interacción con otras personas para aprender nuevas conductas y habilidades (Bandura, 1977); y el constructivismo muestra el aprendizaje individual a través de experiencias o la interacción con el entorno (Ausbel, 1970). Sin embargo, durante el proceso de aprender información completamente nueva y desconocida en infantes menores, primero tiene lugar el aprendizaje memorístico que contribuye a la construcción de nuevas estructuras cognitivas a partir de símbolos, que luego pueden usarse en el aprendizaje significativo.

El aprendizaje de memoria y la indagación son estrategias complementarias esenciales para el aprendizaje significativo y para el desarrollo cognitivo del niño, que puede mejorar la comprensión y la retención de conocimientos. La indagación es uno de los procesos activos de construcción del conocimiento que puede llevarse a cabo en el aprendizaje significativo valorando el contexto y la experiencia personal del alumno, fomenta el trabajo en equipo o el intercambio de ideas en la construcción de conocimiento colectivo y la actitud y el interés por aprender. El rol del docente en este proceso es el motivar al alumno al aprendizaje, brindar significatividad lógica y psicológica según la etapa del desarrollo y los conocimientos previos; actúa como facilitador y guía para la exploración del entorno proporcionando oportunidades para la investigación y la reflexión.

La construcción de un nuevo conocimiento se da a partir de la observación y reconocimiento de los eventos y objetos a través de los conceptos que ya tenemos, añadiendo a éstos nueva información, como decía Ausbel (1970): rescatando los conocimientos previos o aprendizaje por recepción. El entendimiento de estos conceptos, principios e ideas son dados a partir del razonamiento

deductivo, es decir que se presentan diferentes contextos que parten de los principios o premisas generales para llegar a conclusiones específicas; la indagación en el aprendizaje significativo también desarrolla la relación de ideas, jerarquías y la organización de la información en forma de mapas mentales, entre otros.

La aplicación del método de indagación y del aprendizaje significativo por parte del docente dentro de las aulas de la Nueva Escuela Mexicana en la Educación Media Superior, en el campo formativo de las Ciencias Naturales Experimentales y Tecnología, parte de lo general a lo específico recuperando subsunsores con los que nuestros estudiantes cuentan desde la construcción de su aprendizaje sobre los Saberes y Pensamiento Científico de la educación básica. El docente propone material didáctico que integre conocimientos previos con nuevos conceptos a través de: comparaciones e ideas cruzadas, nuevas, antiguas y repetidas de acuerdo con la dificultad del tema.

En los últimos años la educación ha evolucionado a pasos agigantados, en donde la cátedra dejó de ser un modelo educativo funcional para ciencias experimentales la indagación juega un papel crucial para el entendimiento del pensamiento crítico (Barrientos, 2018). Si bien, la educación tradicional se centra en el papel del docente, siendo así una fragmentación de contenidos, donde se promueve la memorización y la reproducción de conceptos (Galván-Cardoso & Siado-Ramos, 2021). En contraste, la indagación es un modelo donde el estudiante construye el conocimiento a través de la exploración, el cuestionamiento y la búsqueda de soluciones a problemas significativos (Rentería, 2023). Es decir, la indagación como un constructivismo social, es un aprendizaje situado, centrado en el estudiante, que parte de problemas reales, promueve el trabajo colaborativo, que conlleva al estudiante a la metacognición (Ortiz, 2015).

Las características clave para el método indagatorio son la formulación de hipótesis; esto permite generar al estudiante indagar para las respuestas teóricas a eventos naturales. Además, el estudiante participa de manera activa en la construcción de su conocimiento y así llega a la metacognición. Lo anterior tiene como fundamento un aprendizaje situado y contextualizado, favoreciendo que la evaluación del trabajo tenga un carácter formativo. El estudio del Caldera et al.(2021), es un ejemplo de la importancia de la indagación, ya que en él analiza 26 investigaciones en diferentes países de Europa y América Latina, teniendo como común denominador para la indagación el fortalecimiento de habilidades científicas y generando un pensamiento crítico. Por otro lado, es importante homogeneizar la aplicación de la indagación, ya que su concepción varía según el docente, afectando la profundidad y la efectividad de su aplicación (Mora & Siso, 2021; Méndez-Mercado et al., 2023).

En la actualidad la Nueva Escuela Mexicana (NEM), busca que la transición de la educación básica, con respecto a la educación medio superior se lleve a cabo de manera progresiva y articulada, evitando tener vacíos cognitivos (Trejo-Vivanco et al., 2025). Para ello, establece la unificación de las asignaturas como son Física, Química y Biología en el área de conocimiento llamada Ciencias Naturales, Experimentales y Tecnología (CNEyT). En donde la CNEyT, tiene como uno de sus objetivos principales la alfabetización científica para la inserción en la educación superior o en su defecto en la inserción en su vida laboral (México. Secretaría de Educación Pública, 2023).

El Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS) se desarrolla desde los trabajos colaborativos iniciados en el 2019 donde los participantes del proceso educativo de la educación media superior trabajaron en su construcción

En el caso más concreto de las ciencias naturales experimentales y tecnología la Estructura curricular del plan de estudios de la DGETI sufrió cambios muy considerables, tanto el trabajo con progresiones como en todas las áreas y con respecto al anterior programa materias tales como Física, química biología y ecología cambiaron y además se reagrupan para formar materias en conjunto como lo son:

- Primer semestre: La materia y sus interacciones
- Segundo semestre: Conservación de la energía y sus interacciones con la materia
- Tercer semestre: Ecosistemas: interacciones, energía y dinámica
- Cuarto semestre: Reacciones químicas: conservación de la materia en la formación de nuevas sustancias
- Quinto semestre: La energía en los procesos de la vida diaria
- Sexto semestre: Organismos: estructuras y procesos. Herencia y evolución biológica

Además de contar con cuatro optativas para ser aplicadas en quinto y sexto semestre

Materia y energía en los organismos / Opt. – Libre.

Seres humanos: estructuras y procesos / Opt. – Libre

Interacciones humanas con la naturaleza / Opt. – Libre.

Movimiento y estabilidad: fuerzas e interacciones / Opt. – Libre.

Actualmente los cambios en las asignaturas que se generaron en este modelo educativo solo han llegado a aplicarse hasta cuarto semestre y para el próximo ciclo escolar se dará por primera vez la materia de **La energía en los procesos de la vida diaria** esto para los alumnos de quinto semestre.

En concreto bajo los documentos base del MCCEMS, así como de sus programas de estudio podemos rescatamos lo siguiente:

PRIMER SEMESTRE PROGRESIÓN “LA MATERIA Y SUS INTERACCIONES”. *“Las propiedades de la materia, su cambio de estado físico y sus reacciones se describen y predicen en términos de los tipos de átomos que se mueven e interactúan en su interior. Muchos fenómenos en sistemas vivos e inertes se explican mediante las reacciones químicas que conservan el número de átomos de cada tipo, pero cambian la estructura molecular”*. (National Research Council, 2012)

SEGUNDO SEMESTRE PROGRESIÓN “CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA Y SU INTERACCIÓN CON LA MATERIA”. *“La energía no puede ser creada o destruida, pero puede ser transportada de un lugar a otro dentro del sistema y transferida entre sistemas. Muchos fenómenos se pueden explicar en términos de transferencias de energía. Las expresiones matemáticas que cuantifican los cambios en las formas de energía dentro de un sistema y las transferencias de energía dentro o fuera de este, permiten utilizar el concepto de conservación de energía para predecir y describir su comportamiento”*. (National Research Council, 2012)

TERCER SEMESTRE PROGRESIÓN “ECOSISTEMAS: INTERACCIONES, ENERGÍA Y DINÁMICA”. *“Los ecosistemas terrestres están sostenidos por el flujo continuo de energía, que se origina principalmente del Sol, y el reciclaje de materia y nutrientes dentro del sistema. Son sistemas complejos e interactivos que incluyen tanto las comunidades biológicas (bióticas) como los componentes físicos (abióticos) del ambiente. Al igual que con los organismos individuales, existe una estructura jerárquica; grupos de los mismos organismos (especies) forman poblaciones, diferentes poblaciones interactúan para formar comunidades, las comunidades viven dentro de un ecosistema, y todos los ecosistemas de la Tierra conforman la biosfera. Los ecosistemas son dinámicos y experimentan cambios en la composición y abundancia de la población y cambios en el entorno físico a lo largo del tiempo”*. (National Research Council, 2012)

CUARTO SEMESTRE PROGRESIÓN “REACCIONES QUÍMICAS: CONSERVACIÓN DE LA MATERIA EN LA FORMACIÓN DE NUEVAS SUSTANCIAS”. Para profundizar en la comprensión de la materia es necesario estudiarla en términos de los tipos de átomos presentes y las interacciones entre ellos y dentro de ellos. Muchos de los fenómenos observados en los sistemas vivos e inertes son producto de reacciones químicas en las que se conserva el número de átomos de cada tipo, pero cambian su disposición. Las reacciones nucleares implican cambios en los tipos de núcleos atómicos presentes y son clave para la liberación de energía del sol.

La comprensión de las reacciones químicas es parte del conocimiento fundamental de las ciencias de la vida y el espacio. Las sustancias reaccionan químicamente con otras sustancias para formar otras nuevas con diferentes propiedades. La conservación de la materia y las propiedades de los elementos son utilizados para describir y predecir las reacciones resultantes. Todos los procesos químicos involucran cambios en los enlaces y están relacionados con la energía total del sistema.

QUINTO SEMESTRE PROGRESIÓN “LA ENERGÍA EN LOS PROCESOS DE LA VIDA DIARIA”. La energía se manifiesta de múltiples maneras, como en movimiento, sonido, luz y energía térmica. Estas relaciones se entienden mejor a escala microscópica, en la que todas las diferentes manifestaciones de energía pueden modelarse como una combinación de energía asociada con el movimiento de partículas y energía asociada con la configuración (posición relativa de las partículas). En algunos casos, se puede considerar que la energía está almacenada en campos (que median en las interacciones entre partículas). En la medida que las y los estudiantes se centran en una pequeña cantidad de conceptos sobre la energía desarrollan una comprensión más sofisticada e integrada a lo largo del tiempo, lo que a su vez les permitirá identificar las relaciones existentes entre fenómenos muy diversos, lo que a su vez les ayuda a dar sentido a los fenómenos que observan en su vida cotidiana.

Los alimentos y combustibles naturales contienen moléculas complejas a base de carbono, principalmente derivadas de materia vegetal que se ha formado por fotosíntesis. La reacción química de estas moléculas con el oxígeno libera energía; tales reacciones proporcionan energía para la mayoría de la vida animal y para las actividades humanas. Los alimentos, el combustible y las baterías son recursos energéticos. La generación de energía eléctrica se basa en combustibles fósiles (es decir, carbón, petróleo y gas natural), fisión nuclear o recursos renovables (por ejemplo, energía solar, eólica, mareomotriz, geotérmica e hidroeléctrica). El transporte también requiere de energía, todas las formas de energía para éste tienen costos y beneficios económicos, sociales y ambientales asociados, tanto a corto como a largo plazo. Aunque la energía no se puede destruir, se puede convertir en formas menos útiles. Al diseñar un sistema para el almacenamiento de energía, para su distribución o para realizar alguna tarea, es importante diseñar para lograr la máxima eficiencia, asegurando así que la mayor fracción posible de la energía se utilice para el propósito deseado. Mejorar la eficiencia reduce los costos, los materiales de desecho y muchos impactos ambientales no deseados.

SEXTO SEMESTRE PROGRESIÓN “ORGANISMOS: ESTRUCTURAS Y PROCESOS. HERENCIA Y EVOLUCIÓN BIOLÓGICA”. Los organismos pueden estar hechos de una sola célula o de millones de células, y responden a los estímulos del ambiente. Crecen y se reproducen,

transfiriendo su información genética a la siguiente generación. Mientras que los organismos con reproducción asexual portan la misma información genética a lo largo de su vida, los organismos con reproducción sexual presentan la mutación y la transferencia de información genética de padres a hijos produciendo nuevas combinaciones de genes. La selección natural puede conducir a lo largo del tiempo a cambios genéticos importantes, que pudieran tomar varias generaciones o incluso en el transcurso de una generación.

Todos los organismos tienen en común aspectos de su estructura y funcionamiento. Están organizados y constituidos en estructuras jerárquicas, en las que cada nivel da sustento al siguiente, desde la base química de los elementos y átomos, hasta las células y los sistemas de los organismos individuales, las especies y las poblaciones que viven e interactúan en complejos ecosistemas. Los organismos pueden estar hechos de una sola célula o de millones de células, responden a los estímulos del ambiente. Crecen y se reproducen, transfiriendo su información genética a la siguiente generación. Mientras que los organismos individuales portan la misma información genética a lo largo de su vida, la mutación y la transferencia de padres a hijos producen nuevas combinaciones de genes. La selección natural puede conducir a lo largo del tiempo a cambios en una. Para mantener todos estos procesos y funciones, los organismos requieren materia y energía de su entorno; casi toda la energía que sostiene la vida proviene en última instancia del sol.

Las Ciencias Naturales, Experimentales y Tecnología es un área que remite a la actividad humana que estudia el mundo natural mediante la observación, la experimentación, la formulación y verificación de hipótesis; el planteamiento de preguntas y la búsqueda de respuestas, que progresivamente profundiza en la caracterización de los procesos y las dinámicas de los fenómenos naturales.

En las Ciencias Naturales y Experimentales los conceptos transversales de las ciencias se unen para lograr la integración de procesos cognitivos y experiencias en relación con el currículo fundamental y el ampliado como se definen en el nuevo MCCEMS.

Aplicación de las 5e para la progresión “La Materia y sus Interacciones”

Este es un ejemplo de cómo se desarrolla la progresión 13 “Los sistemas de la naturaleza evolucionan hacia estados más estables en los que la distribución de la energía es más uniforme, por ejemplo, el agua fluye cuesta abajo, los objetos más calientes que el entorno que los rodea se enfrían y el efecto invernadero que contribuye al equilibrio térmico de la Tierra”, que corresponde a la UAC La Materia y sus Interacciones del primer semestre de bachillerato, bajo el modelo instruccional de las 5E.

- 1. ENGANCHÁ** (esta fase se recuperan los conocimientos previos del alumno)

El alumno participa de manera activa en una lluvia de ideas, donde el docente plantea las siguientes ideas:

- ¿En qué dirección fluye el agua? Por ejemplo, cómo podemos identificar la dirección del agua cuando observamos un río
- ¿Alguna vez has recorrido un río subterráneo? Recuerda de qué están rodeados, cuánta luz entra y si arrastra partículas o no.
- ¿Sabes por qué existen las corrientes subterráneas? Podrías mencionar cómo se originan, qué contribución tienen en los ecosistemas, cuál es su importancia económica y en los mantos acuíferos, y cuáles son los desafíos a los que se enfrentan.
- ¿Qué son y cómo se forman las grutas? Establecer una relación entre los ríos subterráneos, qué se obtiene a partir de ellas, opinar sobre su valor científico, cultural y social; por qué son protegidas y conservadas.

El alumno desarrolla un escrito de una página de la libreta, en donde plasme su conclusión personal a partir de la información colectiva recabada.

2. EXPLORA (esta fase invita al alumno a indagar en lecturas y el uso de las TIC's)

Para esta actividad, se requiere la sala de cómputo con internet.

El estudiante realiza la lectura "El agua de la tierra: Agua subterránea" proporcionada por el docente. La lectura la realiza dentro del aula en un tiempo de 7min. Una vez terminada la lectura, se dará tiempo para un mini conversatorio donde se compartan datos interesantes llegando a nuevas conclusiones personales de la lluvia de ideas anterior.

Se invita a navegar por la red en el Boletín Ambiental de la SEMARNAT para localizar el Mapa de Aguas Subterráneas en México más actual (el docente puede compartir el enlace). A partir de lo que muestra el mapa, el estudiante elabora un cuadro comparativo con el % de disponibilidad, condición y salinización de los acuíferos bajo los siguientes criterios:

- Disponibilidad: con disponibilidad, sin disponibilidad
- Condición: sobreexplotado, no sobreexplotado
- Salinización: fenómenos de salinización de los suelos y aguas subterráneas salobres; intrusión marina e intrusión marina, fenómeno de salinización de suelos.

Los estudiantes toman un tiempo para visitar la página de la Secretaría de Medio Ambiente para aprender más sobre la Estadística y la Geografía de las aguas subterráneas de México.

3. EXPLICA (esta fase requiere que el alumno realice una lectura previa sobre el Teorema de Torricelli. Puede ser por su cuenta o una lectura que el docente proponga)

De manera grupal, se usa el pintarrón para elaborar un mapa cognitivo tipo sol en donde categoricen la información bajo los siguientes elementos:

- Antecedentes, ¿Cuál es el teorema de Bernoulli?
- ¿Qué postula el teorema de Torricelli?
- Contexto histórico del Teorema de Torricelli?
- Ejemplo demostrativo del Teorema de Torricelli

El docente guiará con información complementaria y algunas explicaciones cómo ir conformando cada elemento del mapa; y trabajará con la información que los alumnos proporcionen de la lectura previa que realizaron.

Al finalizar el mapa cognitivo en el pintarrón, cada alumno lo transcribe en su libreta de apuntes, usando elementos creativos que puede variar entre el uso de diferentes colores, destacar palabras clave, anotaciones laterales de conceptos clave, dibujos sobre el tema.

4. ELABORA (la fase trabaja una actividad experimental utilizando materiales accesibles, observando la actitud participativa de cada estudiante)

Se organizará el salón en equipos pequeños a elección de los alumnos.

Previo a realización del experimento, cada equipo planeará una hipótesis en su libreta de apuntes, bajo la siguiente premisa: Si tenemos tres recipientes llenos de agua y cada uno tiene una perforación a distinta altura, ¿cómo será el flujo y velocidad del agua al salir por el orificio?

Posteriormente cada equipo selecciona un área en donde llevará a cabo la actividad experimental. Se recomienda concentrar al grupo en la explanada o en una zona abierta para poder asistir en caso de dudas. Durante el experimento, el equipo elaborará un cuadro comparativo para anotar la altura del orificio de cada botella y la distancia a la que cae el chorro de agua respectivamente.

Al finalizar la actividad, los equipos comparan los datos obtenidos de la experimentación con los de la hipótesis que plantearon para escribir una conclusión a partir de ello, en la que den respuesta con sus propias palabras a la premisa sobre la que se lleva a cabo la actividad en general.

Para esta actividad se necesitarán los siguientes materiales por equipo

- 3 botellas de refresco del mismo tamaño, sin tapa, vacías, limpias y sin etiqueta
- 1 regla de medir
- 1 plumón permanente
- 1 objeto de que pueda perforar la botella (clavo, tornillo, sacabocados)
- 1 cinta adhesiva

Procedimiento

- Con la regla mide una distancia en centímetros cerrados en cada botella, de la boca de la botella hacia abajo y coloca una marca con el plumón permanente. Cada botella debe estar solo con una marca y esta deberá ser a diferente altura entre una botella y otra. Te sugiero que marques la botella (A) a 3 cm, la botella (B) a 10 cm y la botella (C) a 17 cm de altura.
- Realiza una perforación de 5 mm aproximadamente, a la altura de la marca en cada botella de refresco.
- Sella muy bien cada orificio con la cinta adhesiva. Asegúrate de que esté bien seca la superficie de cada botella.
- Llena con agua completamente las tres botellas de refresco. Y colócalas en una superficie horizontal y lisa.
- Comienza con la botella A, colocando la regla transversalmente enfrente comenzando desde el 0, para medir la distancia a la que cae el chorro de agua de la base de la botella.
- Retira con un solo movimiento la cinta adhesiva del orificio de la botella.
- Mide la distancia a la que cae el chorro al salir de la botella, desde la base hasta donde el agua toca la superficie.
- Repite el procedimiento para la botella B y la botella C.

5. EVALÚA (la fase pretende ponderar la actitud de trabajo durante el desarrollo de la progresión bajo la guía de observación de la Tabla 2).

Como última consigna, los equipos difundirán sus conocimientos científicos a través de un video que tenga una duración de 45 a 60 segundos, en orientación vertical para compartir de manera pública en redes sociales como tiktok, instagram o shorts de youtube (no stories). En el video se explicará el Teorema de Torricelli a partir de la actividad experimental que realizaron.

El docente les propone escribir diálogos que expliquen el tema con sus propias palabras, buscar un área despejada, tomar una actitud formal.

Tabla 2. Guía de observación para evaluar la Progresión 13 de la UAC La Materia y sus Interacciones.

Nombre de los integrantes del equipo:		
Grupo: _____		
CRITERIO	CUMPLE	NO CUMPLE
Participa activamente en la lluvia de ideas, al menos 1 vez		
Tiene un escrito de la información recabada en la lluvia de ideas		

Utiliza las TIC's de manera responsable para indagar		
Realiza el cuadro comparativo del Mapa de Aguas Subterráneas		
Contribuye de manera colectiva sobre el Teorema de Torricelli		
Transcribe el mapa cognitivo tipo sol en su libreta de apuntes, con elementos creativos		
Plantea una hipótesis para la actividad experimental		
Prepara el material completo y lo monta adecuadamente		
Realiza la experimentación de manera ordenada, clara y con las anotaciones en el cuadro comparativo		
Escribe una conclusión comparando la hipótesis y los datos obtenidos, respondiendo la premisa de la actividad		
Se involucra en la elaboración del video		
El video tiene una duración de 45 a 60 segundos		
La orientación del video es vertical		
El contenido del video es coherente con la progresión		
Comparte de manera pública en alguna red social		
Cada criterio cumplido se pondera en 7 puntos.		
Puntos totales:		
Observaciones:		

Saber Ser:

Escucha activamente las conclusiones de otros equipos y contribuye de manera respetuosa con comentarios sobre la progresión.

Saber Hacer

Realiza las actividades propuestas siguiendo el orden y forma de llevarlas a cabo.

Lee previamente las instrucciones de la fase elabora y presta atención a los criterios de la guía de observación para la evaluación de sus actividades.

Aclara dudas de manera pertinente, sobre la información o sobre la forma de realizar las actividades.

Cambia su proceder si es necesario, cuando está trabajando de manera inadecuada.

Saber Convivir

Es empático con sus compañeros en todo momento.

Dirige adecuadamente la frustración durante el desarrollo de las actividades.

Permite la comunicación asertiva con sus compañeros y el docente.

Pide ayuda cuando es necesario y conoce las habilidades con las que éste puede apoyar a los demás.

Conocer

Logra ampliar su conocimiento teórico sobre la evolución de los sistemas de la naturaleza hacia estados más estables en los que la distribución de la energía es más uniforme y comprende que la capacidad del razonamiento lógico le permite coleccionar y analizar datos obtenidos a partir de una experimentación, para desarrollar conclusiones personales y colectivas con su núcleo social.

Aplicación de las 5e para la progresión “Conservación de la Energía y sus Interacciones con la Materia”

En la UAC de para la progresión número siete, correspondiente al segundo semestre del bachillerato tecnológico la cual lleva el nombre de “La energía requerida para cambiar la temperatura de un objeto está en función de su tamaño y naturaleza, así como del medio” se ejemplifica de la siguiente manera:

1. ENGANCH

Se recuperan conocimientos de las definiciones: calor, temperatura, masa, volumen y calor específico.

2. EXPLORA

Copiar y resolver en tu cuaderno la sopa de letras (figura 1). Al final elaborar 10 oraciones donde utilices de manera correcta una definición por oración (al menos 10 palabras por oración)

Calor

T	Q	D	S	U	S	T	I	T	U	C	I	O	N
D	R	E	S	U	L	T	A	D	O	Q	G	R	S
W	K	S	I	S	T	V	H	R	K	I	T	T	R
F	O	R	M	U	L	A	A	S	F	W	D	Z	R
L	V	N	Z	E	R	N	H	R	E	J	Q	A	X
V	A	R	I	A	C	I	O	N	I	M	Q	T	S
T	E	M	P	E	R	A	T	U	R	A	N	E	F
L	F	C	X	Q	Q	Y	E	W	B	S	B	S	G
E	N	C	F	Z	L	P	B	E	Y	A	U	L	F
M	Z	A	Z	K	D	V	O	L	U	M	E	N	E
G	C	L	M	F	E	A	W	N	Y	S	Z	D	R
Z	L	O	X	Y	F	X	T	P	T	W	S	D	F
O	N	R	R	L	L	F	C	O	E	K	J	A	H
Q	K	R	I	W	A	J	X	L	S	A	R	L	W

Las palabras pueden estar ocultas horizontalmente, verticalmente o diagonalmente.

- CALOR
- FORMULA
- RESULTADO
- TEMPERATURA
- VARIACION
- DATOS
- MASA
- SUSTITUCION
- VARIABLE
- VOLUMEN

Figura 1. Sopa de letras de la fase EXPLORA para la progresión de la UAC Conservación de la Energía y sus interacciones con la Materia.

3. EXPLICAR

Calor: problema, variables, fórmulas y unidades de medida. El docente explica los conceptos frente a grupo, y puede apoyarse en la Tabla de Calores Específicos (figura 2).

Formula de Calor

$$Q = mc \Delta t$$

Tabla de Calores Específicos

Sustancia	J/(kg · °C)	cal/(g · °C) o Btu/(lb · °F)
Acero	480	0.114
Agua	4186	1.00
Alcohol etílico	2500	0.60
Aluminio	920	0.22
Cobre	390	0.093
Hielo	2090	0.5
Hierro	470	0.113
Latón	390	0.094
Mercurio	140	0.033
Oro	130	0.03
Plata	230	0.056
Plomo	130	0.031
Trementina	1800	0.42
Vapor	2000	0.48
Vidrio	840	0.20
Zinc	390	0.092

Figura 2. Tabla de Calores Específicos de la fase EXPLICAR para la progresión de la UAC Conservación de la Energía y sus Interacciones con la Materia.

4. ELABORAR

Registrar y resolver en tu cuaderno los siguientes ejercicios

- ¿Cuánto calor se necesita para elevar la temperatura de 0.2 kg de mercurio de 20 a 100°C?
- ¿Qué cantidad de calor se requiere para cambiar la temperatura de 0.2 kg de plomo, de 20 a 100°C?
- Cierta proceso requiere 500 J de calor. Expresa esta energía en calorías y en Btu.
- ¿Cuánto calor aplica un horno a 4 kg de trementina, causando que su temperatura se eleve en 80°C?
- ¿Qué cantidad de calor se liberará cuando 20 kg de cobre se enfrían de 25 a 0°C?

5. EVALUAR

Se utiliza una lista de cotejo para evaluar el desempeño del alumno durante la resolución de los ejercicios planteados en la fase anterior (figura 3).

Instrumento de Evaluación		
Descripción	Max	Pts
Incluye en su registro de manera correcta todos los datos mencionados en el problema	2	
Incluye en su registro la fórmula correcta para resolver el problema	2	
Incluye en su registro la sustitución de manera correcta incluyendo unidades de medición congruentes	2	
Registra el resultado final correcto con unidades de medición	2	
Se comportó de acuerdo a las normas de convivencia durante la actividad	2	
Total	10	

Figura 3. Lista de cotejo para evaluar la fase ELABORA en la progresión de la UAC Conservación de la Energía y sus Interacciones con la Materia.

Aplicación de las 5e para la progresión "Ecosistemas: interacciones, Energía y Dinámica"

En la UAC de Ecosistemas interacciones, energía y dinámica para la progresión número uno, correspondiente al tercer semestre de bachillerato tecnológico la cual lleva por nombre "*Dentro de las células de los organismos fotosintéticos hay estructuras responsables que facilitan que la energía del sol sea capturada por las plantas durante el proceso y se forme la materia vegetal*" se ejemplifica de la siguiente manera:

1. ENGANCHA: El docente solicita una participación activa por parte de los estudiantes a través de un cuestionario grupal donde den respuesta a los cuestionamientos, como lo son: ¿Cómo funciona el celular para tomar fotografías?, ¿Qué es un fotón?, ¿Qué es energía?, ¿Qué función tienen los cloroplastos en el ecosistema? ¿Qué es la fotosíntesis? La actividad se realiza en equipos en un periodo de 20 minutos y será evaluada mediante una Autoevaluación a través de una lista de cotejo sobre si contestó las seis preguntas (evaluación cognitiva), participó en la lluvia de ideas (evaluación actitudinal), trabajo en equipo (evaluación colaborativa).

2. EXPLORA: El docente en una sesión sincrónica solicita que a partir de los equipos colaborativos conformados en la etapa anterior realicen una investigación sobre "La importancia de los cloroplastos, su estructura y función en los ecosistemas". A partir de la información obtenida el equipo realiza una paráfrasis de lo comprendido en la investigación el tiempo estimado para esta etapa es de 30 minutos mediante una Heteroevaluación la cual se evaluará bajo una lista de cotejo perteneciente a la etapa de Evaluar.

3. EXPLICAR: En la etapa el docente proporciona los siguientes tres videos:

- ¿Cómo funciona la cámara de los celulares? (<https://youtu.be/ALGbgNz2OdA?si=mBqMVDnZrfRe2e8O>)
- ¿Cómo funciona un panel Solar? (<https://youtu.be/q5bMAz4NK0c?si=Pdk0Ijkz4NupByef>)
- Fotosíntesis Parte 4 (https://youtu.be/9LCkBrZb_x4?si=YquiRxOo8hpstrvo)

Una vez revisado con detalle los videos el alumno realiza de manera individual un cuadro comparativo sobre la cámara de celular, panel solar y el cloroplasto evidenciando las diferencias y similitudes. Para la realización el tiempo estimado de 30 minutos mediante una Heteroevaluación la cual se evaluará bajo una lista de cotejo perteneciente a la etapa de Evaluar

4. ELABORA: Durante la etapa el docente solicita que en equipos colaborativos realicen la práctica “¿Qué es y que hacen los cloroplastos?”

Objetivo: Comprender la estructura y función de los cloroplastos en las células de los organismos fotosintéticos, así como su papel esencial en el proceso de fotosíntesis.

Materiales: Microscopios compuestos, Laminillas y cubreobjetos, Goteros, Hoja de espinaca fresca, Cuchilla o bisturí, agua destilada, Solución de yodo (opcional), Papel absorbente y Pinzas

Preparación de la Muestra:

- I. Cortar un pequeño trozo de hoja de espinaca, de aproximadamente 1 cm², usando una cuchilla o bisturí.
- II. Colocar el trozo de hoja sobre una laminilla.
- III. Montaje de la Muestra:
- IV. Añadir una gota de agua destilada sobre la hoja en la laminilla.
- V. Cubrir cuidadosamente con un cubreobjetos, evitando la formación de burbujas de aire.
- VI. Secar el exceso de agua alrededor del cubreobjetos con papel absorbente.
- VII. Observación al Microscopio (Buscar los cloroplastos dentro de las células de la hoja. Los cloroplastos aparecerán como pequeñas estructuras verdes).

Opcional: Tinción con Yodo:

1. Si los cloroplastos no son claramente visibles, retirar el cubreobjetos y añadir una gota de solución de yodo.
2. Colocar nuevamente el cubreobjetos y secar el exceso de solución.
3. Observar nuevamente al microscopio. La solución de yodo puede ayudar a resaltar las estructuras celulares.

Preguntas para centrar el aprendizaje

- ¿Qué son los cloroplastos y cuál es su principal función en las células vegetales?
- ¿Qué pigmento se encuentra dentro de los cloroplastos y qué papel juega en la fotosíntesis?
- Describe la estructura interna de un cloroplasto y explica la función de cada parte (tilacoides, grana, estroma).
- ¿Cómo contribuyen los cloroplastos a la producción de materia vegetal?
- ¿Qué diferencias observaste entre las células de la hoja de espinaca teñidas con yodo y las no teñidas?

La evaluación de la práctica será en un tiempo estimado de 50 minutos mediante una Heteroevaluación la cual se evaluará bajo una lista de cotejo perteneciente a la etapa de Evaluar

5. EVALÚA: En este apartado se evaluará el conocimiento de acuerdo con los aspectos solicitados en las 4 etapas anteriores de la progresión (Enganche, Explorar, Explicar y Elaborar). El instrumento será una lista de cotejo que evaluará los siguientes aspectos:

Saber Ser:

El estudiante realiza los procedimientos de manera ética evitando plagios

Saber Hacer

El estudiante reconoce los procedimientos o instrucciones en cada una de las etapas de la progresión

El estudiante atiende los aspectos del instrumento de evaluación y los integra en su portafolio de evidencias

El estudiante realiza la lluvia de ideas y la plasma en su autoevaluación en la etapa de ENGANCHAR

El estudiante elabora la paráfrasis de la etapa EXPLORAR

El estudiante logra la creación y argumentación del cuadro comparativo de la etapa de EXPLICAR

El estudiante entrega el reporte de practica de manera correcta en la etapa de ELABORACIÓN

Saber Convivir

El estudiante se comporta de manera empática con sus compañeros de equipo y convive con sus compañeros de clase

Conocer

El estudiante logra comprender que “Dentro de las células de los organismos fotosintéticos hay estructuras responsables que facilitan que la energía del sol sea capturada por las plantas durante el proceso y se forme la materia vegetal”

El estudiante CONOCE la importancia de la interacción de la materia y la energía en los ecosistemas para las Ciencias Naturales Experimentales y Tecnología, relacionándolo con la comunidad en la interacción.

CONCLUSIONES

El presente trabajo es un ejemplo de cómo aplicar el modelo instruccional (indagatorio) de las 5E para estudiantes de Ciencias Naturales, Experimentales y Tecnología, es crucial para despertar el interés y la motivación de los estudiantes por construir su propio conocimiento. Este enfoque no solo permite un aprendizaje guiado y estructurado, sino que también fomenta el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo. Lo anterior es importante para que se cumplan nuevos retos educativos y así la aplicación de nuevas políticas educativas que se alinean a lo solicitado la Nueva Escuela Mexicana, dentro del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior.

La aplicación del modelo instruccional bajo el esquema de indagación favorece que los estudiantes participen de manera activa, lo cual impulsa que se desarrollen habilidades científicas y tecnológicas alineadas con el perfil de egreso del bachillerato tecnológico. Para lograr lo anterior, es indispensable que los docentes deben poner al centro a los estudiantes y su papel solo es un facilitador que propicia una construcción del conocimiento. Este enfoque requiere estrategias didácticas en las que el alumno asuma un papel protagónico, fortaleciendo su pensamiento científico. Si bien el modelo de las 5E puede aplicarse en diversas disciplinas, su potencial se maximiza en el bachillerato tecnológico, cuyas carreras demandan la resolución de actividades prácticas, científicas y tecnológicas. Asimismo, la indagación permite abordar problemas reales desde una perspectiva contextualizada, enriqueciendo la formación integral de los estudiantes.

Los principales retos para la aplicación del modelo instruccional de las 5E se presentan en el ámbito docente, particularmente al confrontar paradigmas tradicionales donde el maestro es concebido como el protagonista del proceso educativo. Este trabajo busca ser un punto de partida para enfrentar dichos desafíos, presentando tres ejemplos prácticos que permitan comprender cómo puede implementarse este enfoque de manera efectiva en el aula. Si bien la formación docente representa una de las principales limitaciones, también existen otros obstáculos relevantes, como el tiempo asignado a las asignaturas y la disponibilidad de recursos didácticos. En este sentido, es fundamental que el docente contextualice de forma realista las condiciones en las que pretende aplicar el modelo, adaptándolo a su entorno educativo. Asimismo, resulta imprescindible que las políticas educativas fortalezcan la infraestructura escolar, en especial la mejora de laboratorios y el equipamiento necesario, a fin de lograr los aprendizajes esperados en el área de Ciencias

Naturales, Experimentales y Tecnología del bachillerato tecnológico.

Es fundamental seguir promoviendo la aplicación del modelo instruccional de las 5E para transformar la enseñanza de las Ciencias Naturales, Experimentales y Tecnología, superando los enfoques tradicionales y fomentando una participación del estudiante en la construcción de su conocimiento. Aunque este trabajo representa un apoyo para la comprensión e implementación del modelo en el aula, es igualmente necesario ampliar la bibliografía disponible que documente experiencias concretas de su aplicación. Contar con más referentes permite a los docentes contextualizar adecuadamente su práctica y lograr una implementación más efectiva. Además, la aplicación del modelo 5E abre la puerta a nuevas propuestas educativas, como la evaluación formativa, la cual ha sido impulsada en el nivel medio superior en México, y cuya integración se ve favorecida por los principios pedagógicos de este modelo instruccional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrientos Gutiérrez, P. (2018). Modelo educativo y desafíos en la formación docente. *Horizonte de la Ciencia*, 8(15), 175-191. <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2018.15.462>
- Bastida-Izaguirre, D. (2019). Adaptación del modelo 5E con el uso de herramientas digitales para la educación: propuesta para el docente de ciencias. *Revista Científica*, 34. <https://doi.org/10.14483/23448350.13520>
- Busquets, Tamara, Silva, Marta, & Larrosa, Paulina. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 42(especial), 117-135. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000300010>
- Caldera Salcedo, D. P., Pérez Palencia, K. P., Pantoja Fuentes, A. M., & Flórez Nisperuza, E. P. (2021). Aproximación al estado del arte de la competencia indagación en el aprendizaje de las ciencias naturales. *Revista Electrónica EDUCyT*, 11(Extra), 967-980. <https://die.udistrital.edu.co/revistas/index.php/educyt/article/view/102>
- Fernandes, I. M., Pires, D. M., & Villamañán, R. M. (2014). Educación científica con enfoque ciencia-tecnología-sociedad-ambiente: construcción de un instrumento de análisis de las directrices curriculares. *Formación universitaria*, 7(5), 23-32. <https://portaldelaciencia.uva.es/documentos/61b9972c8bc05f42e9384bf7>
- Galván-Cardoso, A., & Siado-Ramos, E. (2021). Educación Tradicional: Un modelo de enseñanza centrado en el estudiante. *CIENCIAMATRIA*. 7. 962-975. <https://doi.org/10.35381/cm.v7i12.457>

- Méndez, D., Pacheco, L., & Díaz, N. (2023). Competencia indagación: una mirada desde las concepciones de docentes en ciencias naturales. *Educación y Ciencia*, 27. <https://doi.org/10.19053/0120-7105.eyc.2023.27.e16565>
- México. Secretaría de Educación Pública. (2023). Progresiones para el aprendizaje del área de conocimiento Ciencias Naturales , Experimentales y Tecnología. https://desarrolloprofesionaldocente.sems.gob.mx/con-vocatoria1_2023/docs/Progresiones%20de%20aprendizaje%20-%20CNEyT.pdf
- Monteiro, M., Stari, C., & Martí, A. C. (2023). *The sensors of mobile devices: An innovative tool in the teaching of physical sciences*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2206.12064>
- Mora-Cortes, Y., & Siso-Pavón, Z. . (2021). La indagación científica promovida en el aula de ciencias naturales: estudio de caso en educación básica y media. *Franz Tamayo - Revista De Educación*, 3(7), 228–260. <https://doi.org/10.33996/franztamayo.v3i7.582>
- National Research Council. (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. The National Academies Press.
- Ortiz Granja, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (19), 93–110. <https://www.redalyc.org/pdf/4418/441846096005.pdf>
- Rentería Córdoba, Z. (2023). La indagación como modelo de aprendizaje para la optimización del Sistema Educativo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 5502-5517. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6569
- Ruiz-Martín, H., & Bybee, R. W. (2022). The cognitive principles of learning underlying the 5E Model of Instruction. *International Journal of STEM Education*, 9(21). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00337-z>
- Trejo Vivanco, V. O., Cáceres Mesa, M. L., & Terán Treviño, S. A. (2025). Los cambios en la política educativa en México: en el marco de la Nueva Escuela Mexicana. *Universidad Y Sociedad*, 17(3). <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/5132>