

Programa educativo de ingeniería en Aeronáutica  
para jóvenes de bachillerato:  
despertando las vocaciones científicas y tecnológicas

Heber Miguel Torres Cordero, Guadalupe Maribel Hernández-Muñoz, Reyna Verónica Serna Alejandro, Patricia del Carmen Zambrano Robledo

---

Aeronautical engineering educational program for high school students:  
awakening scientific and technological vocations

## Resumen

La preparación de profesionistas es una actividad muy importante si se quiere llegar a ser un país desarrollado, ya que el progreso se encuentra asociado a su producción tecnológica y científica. Aunque la licenciatura, la maestría y el doctorado son niveles educativos básicos para formar investigadores y tecnólogos, los estudiantes de bachillerato son un sector de la población con mucho potencial para el desarrollo de habilidades requeridas para la investigación y el desarrollo de la tecnología, pudiendo impulsar el interés científico de nuestra sociedad. Sin embargo, son pocos los jóvenes de este nivel los que deciden estudiar su carrera dentro del ámbito científico, ya sea por falta de motivación o de conocimiento. Por ello, se propuso diseñar un programa con los objetivos de impulsar las vocaciones científicas y tecnológicas a nivel bachillerato en el proyecto interdisciplinar y multidisciplinar titulado "Fortalecimiento de la aeronáutica en el noreste de México" apoyado por el Conacyt. En este artículo, se presentan tanto los objetivos alcanzados como los resultados obtenidos, resaltando el diseño instruccional y los elementos que deben de integrar un programa educativo extracurricular sobre ciencias e ingenierías para estudiantes de bachillerato y que impacte en su percepción estudiantil sobre sus clases de ciencias.

**Palabras clave:** bachillerato; STEAM; ingeniería aeronáutica; diseño instruccional; vocaciones científicas

## Abstract

Training professionals is an important activity if we want to become a developed country, since progress is associated with its technological and scientific production. Although bachelor's, master's and doctoral degrees are basic educational levels to train researchers and technologists, high school students are a sector of the population with great potential for the development of skills required for research and technology development, which can boost the scientific interest of our society. However, few students at this level decide to study their careers in the scientific field, either due to lack of motivation or lack of knowledge. Therefore, in this project it was proposed to design a program with the objectives of promoting scientific and technological vocations at high school level in the interdisciplinary and multidisciplinary platform entitled "Strengthening of aeronautics in the Northeast of Mexico" supported by Conacyt. This article presents the objectives achieved and presenting the results highlighting the instructional design and the elements that should integrate a extracurricular educational program on science and engineering for high school students and the impact on their perception about their science classes.

**Keywords:** high school; STEAM; aeronautical engineering; instructional design; scientific vocations

## La importancia de la enseñanza de las ciencias desde el bachillerato

Actualmente, en México se invierte solo 0.2% del PIB en investigación en temas de ciencia y tecnología, en comparación con otras naciones desarrolladas como China o EEUU, que invierten más de 2% de su PIB (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, 2020). En nuestro país, es común observar que la sociedad desconoce la importancia de fomentar la formación científica para convertirse en un país desarrollado, enfocándose en gran parte en la producción industrial de bienes y servicios (Aldana, 2012). Estas decisiones han desviado en un grado importante el interés de los jóvenes por investigar y conocer temas de ciencia y tecnología para entender el mundo que los rodea, llevándolos a creer cada vez más en cualquier información que encuentran en la red o en muchas ideas no comprobadas científicamente. Confiar en esta información sin fundamento solo expone a una sociedad en la que mucha gente se guía por convicciones y conveniencias que, en lugar de fundamentarse en la existencia de evidencia científica, toman como verdadera información de dudosa procedencia, mostrando una gran falta de pensamiento lógico y racional.

Todo esto ha llevado también al desinterés de los jóvenes por carreras enfocadas en la investigación de ciencias o ingenierías como parte de su formación profesional, ya sea porque dudan de su capacidad para tener éxito en dichas carreras o porque viven con la idea de que, terminando sus estudios de bachillerato, deberán integrarse cuanto antes al campo laboral sin la necesidad de prepararse profesionalmente. En contraste, la preparación de profesionistas es muy importante si se quiere llegar a ser un país desarrollado, ya que el progreso de una nación se encuentra asociada a su producción tecnológica y científica (Contreras, 2017).

Según datos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) (2021), en México existen poco más de 35,000 investigadores distribuidos en todo el país adscritos al Sistema Nacional de Investigadores (SIN), quienes aportan únicamente 1% de la producción científica mundial. Sin embargo, siendo Nuevo León un estado punta de lanza para el desarrollo industrial y económico del país (Velázquez y Salgado, 2016), cuenta con apenas 0.26 investigadores por cada mil habitantes, los que representan solamente 4% del total de investigadores en México (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2019). En los últimos años, en Nuevo León se han abierto un gran número de centros de investigación y hay 214,676 estudiantes distribuidos en 175 universidades (Secretaría de Educación Pública, Subsecretaría de Educación Superior y Dirección General de Educación Superior Universitaria, 2016); la apertura y existencia de estas instituciones reflejan el interés de jóvenes por las ciencias e ingenierías, quienes podrían ser los nuevos científicos que aportaría Nuevo León a México.

Un área de oportunidad para incrementar el interés de los jóvenes por el estudio de las ciencias e ingenierías está en el nivel medio superior (NMS), ya que es en el bachillerato en donde hay mayor deserción escolar. Además, muy pocos estudiantes deciden estudiar su carrera dentro del ámbito científico, ya sea por falta de motivación, por desconocimiento acerca de trabajos relacionados con el tema al salir de la universidad, por el tiempo que toma cursar una carrera en este ámbito o, simplemente, porque no saben de la existencia de dichas carreras (Flores-Camacho, 2012).

Para solucionar este problema, algunos centros e instituciones en Nuevo León, como el Museo del Horno 3, el Instituto de Innovación y Transferencia de Tecnología (I2T2), el Cinvestav, el Papalote Museo del Niño y algunas universidades, tanto públicas como privadas, han destacado por el desarrollo de talleres, diplomados y cursos extracurriculares para niños y jóvenes enfocados en las ciencias e ingenierías con el fin de que puedan conocer más a fondo lo que conlleva dedicarse a ello.

Por su parte, la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) ha hecho también su esfuerzo por motivar a los jóvenes a decidirse por carreras en ciencias e ingenierías con programas como el Verano de Investigación Científica y Tecnológica (Provericyt) o de Mujeres en la Ciencia, enfocados principalmente en las ciencias biológicas, químicas y físicas.

Sin embargo, aunque estos programas contienen una estructura y un diseño adecuado para los investigadores que reciben a muchos jóvenes en sus laboratorios son pocos los que cuentan con un diseño instruccional que motive al estudio de las ciencias e ingenierías mediante el desarrollo de habilidades tempranas de investigación científica. Para que estos programas logren ser exitosos, requieren enfocarse en generar una experiencia en la que el estudiante obtenga un aprendizaje significativo en algún área de gran impacto e innovación tecnológica y que pueda ser de gran interés para los jóvenes de la actualidad, como ocurre con la informática, la biotecnología, la nanotecnología o la aeronáutica. Además de que deben contar con aquellos elementos que lo motiven a elegir carreras de ciencias e ingenierías a la hora de decidir su formación profesional. Todo lo anterior nos llevó a formular la siguiente pregunta de investigación: ¿qué elementos deben integrar un programa educativo extracurricular para estudiantes de bachillerato sobre ciencias e ingenierías que impacte en la percepción estudiantil sobre sus clases de ciencias?

## Diseño del programa extracurricular de ingeniería en Aeronáutica

El diseño del programa que se presenta en este trabajo partió de la selección del área de Aeronáutica como modelo que, según la guía *An Educator's Guide with Activities in Science, Mathematics, and Technology Education* de la National Aeronautics and Space Administration (2002), es un tema de vanguardia y de alto interés para los jóvenes de bachillerato. El programa propuesto se elaboró con el propósito de introducir a los jóvenes al ámbito científico y tecnológico antes de que se decidan por una carrera profesional, generalmente durante el bachillerato. De esta manera, si el programa genera un impacto en la percepción que los jóvenes participantes tienen sobre sus clases de ciencias, es probable que se motiven e interesen en cursar este tipo de carreras o carreras afines a las ciencias e ingenierías en su formación profesional. Por esta razón, se tomaron diferentes aspectos identificados en la literatura que permitieran la elaboración de un programa científico basado en las habilidades y competencias establecidas por la Secretaría de Educación Pública que se muestran en la Tabla 1.

Elemento	Descripción
<b>Desarrollo de competencias genéricas</b>	Una de las características principales de las competencias genéricas es que son transversales y, por lo tanto, buscan que las competencias desarrolladas por los estudiantes que cursan el NMS puedan ser aplicadas a sus actividades extracurriculares.
<b>Dimensiones de aprendizaje</b>	Para el desarrollo de cada una de las sesiones del programa fue importante definir un proceso de planeación y ejecución para lograr el aprendizaje significativo del estudiante por medio del desarrollo de una secuencia didáctica. Estas se basaron en Marzano et al. (2005) que establece un modelo de cinco dimensiones que ayudará al profesor a mantener su enfoque en el aprendizaje, estudiar su proceso y planear la instrucción y evaluación de cada sesión de clase.
<b>Estrategias de enseñanza y aprendizaje</b>	Se consideraron aquellas estrategias que permitieran tanto al profesor como al estudiante dirigir el conocimiento en cada sesión, asegurando la transmisión y retención de los contenidos temáticos durante cada clase.
<b>Diseño instruccional para la elaboración de una secuencia didáctica</b>	Se consideró un diseño instruccional que permitiera a los estudiantes explotar sus talentos y desarrollar su creatividad por medio de la solución de problemas y la realización de actividades dinámicas enfocadas en la adquisición de conocimientos; se basó en el modelo de Jonassen y Rohrer-Murphy (1999), el cual incluyó los elementos clave de un diseño instruccional cimentado en un modelo constructivista y en las recomendaciones de Belloch (2013) y Benitez (2010), que valora las necesidades del estudiante y de acciones formativas.
<b>Diseño de los contenidos de cada sesión con un enfoque en el desarrollo de habilidades científicas</b>	Se tomaron en cuenta aquellas habilidades científicas descritas por Reyes-González y García-Cartagena (2014) que se desea desarrollen los estudiantes de bachillerato mediante actividades, proyectos, temas, entre otros, diseñados para la planeación y ejecución de cada sesión del programa.

Tabla 1. Elementos para el diseño de un programa extracurricular para bachillerato.

## Resultados

### Secuencia didáctica para la enseñanza de las ciencias basada en un modelo constructivista

Con base en cada uno de los elementos necesarios para el diseño de una secuencia didáctica según el modelo constructivista de Vigotsky (1978), se consideró el uso de actividades dinámicas que asegurasen el aprendizaje significativo de los estudiantes mediante experiencias.

Los elementos de la secuencia didáctica en cuestión consideraron las tres fases de una sesión de clase que corresponden a cada uno de los tiempos de enseñanza contemplados dentro del programa extracurricular de ingeniería en Aeronáutica: una fase de inicio, una de desarrollo y otra de cierre. Los factores que integraron la secuencia didáctica diseñada cimentaron las bases necesarias para la elaboración del material didáctico utilizado por los profesores involucrados, permitiendo así también el desarrollo de las habilidades científicas y las competencias en los estudiantes de bachillerato participantes.

En la Figura 1 se muestran las cinco secciones de la secuencia didáctica con las que cuenta cada sesión del programa extracurricular de ingeniería en Aeronáutica propuesto en este trabajo para lograr el aprendizaje significativo del estudiante por medio del aprendizaje por descubrimiento, con retos y escenarios prácticos.

La secuencia didáctica se diseñó con los elementos necesarios para el desarrollo de las competencias genéricas y disciplinares en el área de las ciencias, con base en el Acuerdo Secretarial No. 71: El Sistema Nacional de Bachillerato en un Marco de Diversidad (Secretaría de Educación Pública, 2009).

Por medio de la ejecución de las secciones 2, 3 y 4 de la secuencia didáctica, el estudiante tiene también la oportunidad de desenvolverse en un ambiente de comunicación, proponer soluciones de acuerdo con los temas vistos en las sesiones, defender sus ideas e interpretaciones por medio de la argumentación y el debate, participar activamente con sus compañeros y contribuir al desarrollo sustentable, cumpliendo con las competencias genéricas.

Asimismo, dichas secciones se encuentran orientadas al desarrollo de las competencias disciplinares de las ciencias experimentales. De acuerdo con Marzano et al. (2005), un modelo basado en sus cinco dimensiones de aprendizaje permite al estudiante lograr un aprendizaje significativo: Dimensión 1: Actitud positiva del aprendizaje; Dimensión 2: Adquirir e integrar el conocimiento; Dimensión 3: Extender y refinar el conocimiento; Dimensión 4: Uso significativo del conocimiento; y Dimensión 5: Hábitos mentales. Por tal razón, cada una de las secciones de la secuencia didáctica diseñada se encuentra alineada a las dimensiones de aprendizaje de dichos autores, logrando que el estudiante tenga percepción positiva del aula independientemente de la modalidad en la que se encuentre, ya sea a distancia o presencial.



Figura 1. Resumen de la secuencia didáctica del programa propuesto.

La sección 1 de esta secuencia corresponde a la sección de diagnóstico conforme a la dimensión 1 de Marzano et al. (2005), en la que se genera una expectativa de lo que el estudiante conoce o no del tema en cuestión. La segunda sección coincide a la segunda dimensión de aprendizaje de Marzano et al. (2005), en la que el estudiante conecta lo que ya sabe con los nuevos conocimientos mediante la sección teórica de la sesión y se apropia de ese conocimiento.

Las secciones 3 y 4 se asocian con las dimensiones de aprendizaje 3, 4 y 5, ya que permiten al estudiante refinar su conocimiento y ejecutarlo de forma práctica; además de darle la oportunidad de aplicar aquellos procesos mentales de pensamiento crítico, creativo y regulado de acuerdo con los autores. Cabe destacar que en estas dos secciones de la secuencia se aplica el modelo de diseño instruccional propuesto por Jonassen y Rohrer-Murphy (1999), ya que resalta la importancia de aprender con la práctica, en la que el profesor plantea un problema y los estudiantes buscan las herramientas y conocimientos necesarios para resolverlo; adicionalmente, considera la creación de escenarios prácticos para lograr dicho objetivo.

Por último, la sección 5, que corresponde a la retroalimentación de la sesión, permite al instructor motivar a sus estudiantes a participar en el ámbito científico, que, según Contreras y Díaz Quero (2007), es un factor importante para incentivarlos a mantener fijas sus metas y objetivos en su interés por las ciencias e ingenierías. Es necesario indicar la importancia de haber considerado la evaluación diagnóstica, formativa y sumativa descritas por Díaz Barriga (2002) dentro de la secuencia didáctica, ya que permiten dar un seguimiento al grado de avance y aprendizaje de los estudiantes durante las sesiones de trabajo del programa.

## Diseño de las sesiones de los talleres para el desarrollo de competencias y habilidades científicas

Siguiendo los criterios descritos anteriormente en la secuencia didáctica diseñada, se realizaron cinco sesiones de talleres que se efectuaron a modo de prueba piloto del programa extracurricular de ingeniería en Aeronáutica propuesto en este trabajo.

Estas sesiones se realizaron durante una semana con una duración de dos horas, en estas participaron voluntariamente 20 estudiantes de bachillerato de diferentes preparatorias mediante una invitación abierta a población de bachillerato de la UANL.

Los estudiantes que participaron en el estudio se encontraban llevando el bachillerato a distancia debido a la contingencia derivada de la pandemia la COVID-19. Cabe decir que los estudiantes pertenecían a un bachillerato escolarizado con una duración de dos años que llevaron a distancia durante los años 2020 y 2021. De la muestra participante, 60% corresponde al sexo masculino y 40% al femenino, con edades comprendidas entre los 14 y 17 años.

La ejecución de la prueba piloto contó con la participación de tres profesores con grado de maestría en ciencias y doctorado adscritos al programa de Ingeniería en Aeronáutica de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME) de la UANL. Considerando los elementos básicos de introducción a la Aeronáutica sugeridos por la Fundación IDEA (2010) y expertos de la FIME de la UANL, se presentan en la Tabla 2 las primeras cinco sesiones diseñadas del programa propuesto, con sus respectivos temas y actividades realizadas para cada sección de la secuencia didáctica planteada con anterioridad.

Para la elaboración de cada una de las sesiones se consideró la aplicación de distintas estrategias de enseñanza-aprendizaje, en las que la didáctica jugó un papel muy importante para sumergir al estudiante en un ámbito científico y tecnológico (Arteaga Valdés, 2016). También se incorporaron elementos tecnológicos importantes de la educación mediada por tecnologías, como el uso de las herramientas informáticas, ya que las sesiones y sus respectivas actividades se realizaron en línea mediante sesiones en vivo a través de la plataforma Microsoft TEAMS, esto debido a que los estudiantes se encontraban en la modalidad a distancia por pandemia.



Sesión	Temas	Diagnóstico	Integrar conocimiento	Consolidar conocimiento	Aplicar conocimiento	Retroalimentación
		5-10 minutos	20 minutos	20-30 minutos	40 minutos	5-10 minutos
1	<b>Introducción al Espacio Aéreo:</b> ¿Qué es el espacio aéreo? Organismos que rigen el espacio aéreo.	Debate sobre el espacio aéreo.	Regiones del espacio aéreo y la función de la torre de control.	Juego de rol torre-avión.	Dinámica de organismos de control.	Video de reflexión sobre la importancia del control aéreo.
2	<b>Introducción al Espacio Aéreo:</b> historia de la aviación.	Lluvia de ideas sobre el espacio aéreo.	Clasificación de vehículos aéreos.	Línea de tiempo sobre la historia de la aviación.	Dinámica de figuras de vehículos aéreos.	Video de reflexión sobre los vehículos híbridos.
3	<b>Principios Básicos de Aeronáutica:</b> ¿qué es la aeronáutica? Conceptos básicos de aerodinámica.	Discusión: aeronáutica.	Video sobre el aire y la aerodinámica.	Dinámica de objetos aerodinámicos.	Práctica de Tubo Pitot.	Pregunta de reflexión: ¿cómo afecta la aerodinámica los vehículos aéreos?
4	<b>Principios Básicos de Aeronáutica:</b> conceptos básicos de aerodinámica.	Conocer el ala de los aviones	Tipos de ala, configuraciones, características y perfiles	Juego de rol sobre los perfiles y característica.	Práctica de ángulo de ataque.	Pregunta de reflexión: ¿cómo afecta el ángulo de ataque a los vehículos aéreos?
5	<b>Principios Básicos de Aeronáutica:</b> ¿cómo vuela un avión?	Discusión: el vuelo de un avión.	Tres Leyes de Newton.	Demostración de las Tres Leyes de Newton.	Práctica sobre el Teorema de Bernoulli.	Video de reflexión sobre la velocidad de las partículas de aire.

Tabla 2. Sesiones del programa extracurricular de ingeniería en Aeronáutica utilizadas para la prueba piloto realizada en este proyecto.

Elaboración propia a partir de Fundación IDEA, 2010.

Como parte del diseño de las sesiones, se destacaron las habilidades científicas y competencias STEAM enfocadas en la capacidad de resolver problemas que se llevaron a cabo en la Sección 4: Aplicar el conocimiento, en la cual desarrollaron prácticas como diseño de vehículos aéreos, cálculos de presión de fluidos mediante la práctica de Tubo Pitot, entre otras actividades. Asimismo, las prácticas les permitieron el desarrollo de un pensamiento creativo y un pensamiento crítico de acuerdo con Sendag y Odabasi (2009). De esta forma, se tomaron en cuenta para su desarrollo aquellas habilidades científicas que se desea que los estudiantes de bachillerato adquieran con las actividades de cada sesión.

Las habilidades utilizadas para su diseño se basaron en aquellas identificadas por Reyes-González y García-Cartagena (2014), que, a partir de un análisis de la literatura, destacaron como indispensables para la formación de un científico (Tabla 3).

Observar	Clasificar	Predecir	Usar Números
Medir	Inferir	Usar Relaciones Espacio-Tiempo	Comunicar
Hipotetizar	Experimentar	Trabajo en Equipo	Interpretar Datos
Controlar Variables	Definir Operacionalmente	Formular Modelos	Formular Preguntas
Comparar	Evaluar	Analizar	Planificar
Registrar	Usar Instrumentos	Investigar	Explorar

Tabla 3. Habilidades científicas para jóvenes de bachillerato según Reyes-González y García-Cartagena (2014).

Fuentes: Reyes-González y García-Cartagena, 2014.

## Conclusiones

La aplicación de estos elementos al desarrollo de un programa extracurricular permite su dirección a la aplicación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, cumpliendo tanto con las expectativas de los estudiantes de las nuevas generaciones, como con la motivación del docente para el desarrollo de nuevos modelos de enseñanza (Mura et al. 2016).

En la ejecución de las sesiones correspondientes a los talleres de esta prueba piloto, los principios didácticos sobre los que se fundamentó el diseño de cada una de ellas tuvieron un papel importante debido a que las tecnologías de la información funcionan como un medio de transmisión efectiva y, junto con la aplicación de las estrategias de enseñanza-aprendizaje, generan un escenario de aprendizaje óptimo para la enseñanza (McCombs y Vakili, 2005).

Por el otro lado, aquellos principios didácticos descritos por Salazar-Arrastre (2016) utilizados también en el diseño de las sesiones consistieron en la aplicación de los contenidos teóricos a la práctica mediante las actividades propuestas, la integración de conocimientos de diversas disciplinas a través de discusiones y debates, la investigación, la generación de escenarios de indagación por parte del profesor en la resolución de casos, la versatilidad de los contenidos que llamen la atención de los estudiantes, el trabajo colaborativo, la reflexión y el aprendizaje significativo.

Finalmente, se consideró indispensable tanto la evaluación de los estudiantes como de las sesiones de trabajo mediante el diagnóstico y la retroalimentación, en las que los profesores tienen la oportunidad de dar un seguimiento al desarrollo de habilidades y la adquisición de conocimientos por parte de los estudiantes involucrados, lo que les permite identificar lo aprendido durante cada una de las sesiones.

Este proyecto se presentó como un reto, ya que todavía se tienen algunas incógnitas con respecto a si la aplicación de herramientas informáticas como estrategias para la enseñanza de las ciencias e ingenierías a distancia, es o no adecuada para el aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, la pandemia demostró que es posible al implementarlo como educación emergente. Aun así es todavía necesario impulsar en el bachillerato en línea este tipo de programas con el diseño propuesto, por lo cual se invita a las instituciones y docentes a diseñar e integrar programas como actividad curricular o asignaturas para promover las vocaciones científicas y tecnológicas.

## Referencias

- Aldana, M. (2012). ¿Qué le falta a la ciencia en México? *Temas UNAM*. 69, 26-30. <https://bit.ly/2YKixBE>
- Arteaga Valdés, E., Armada Arteaga, L. & Del Sol Martínez, J.L. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 169-176.
- Belloch, C. (2013, 31 de julio). Diseño instruccional. Unidad de Tecnología Educativa, Blog, Universidad de Valencia. <https://bit.ly/3cErGHB>
- Benítez Lima, M.G. (2010). El modelo de diseño instruccional Assure aplicado a la educación a distancia. *Tlatemoani. Revista Académica de Investigación*, 1.
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. (2020). *Evolución de los Recursos Federales Aprobados para la Ciencia y el Desarrollo, 2012-2020*. Cámara de Diputados. Notacefp.

- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2021). *Investigadores vigentes 2021* [archivo Excel]. Archivo histórico del SNI. Recuperado el 22 de agosto de 2022: <https://conacyt.mx/sistema-nacional-de-investigadores/archivo-historico/>
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2019). *Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación. México 2019*. <https://www.siiicyt.gob.mx/index.php/estadisticas/informe-general/informe-general-2019/4948-informe-general-2019/file>
- Contreras, A. & Díaz Quero, V. (2007). La enseñanza de la Ciencia. *Laurus*, 13(25), 114-145. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76111479006>
- Contreras, R. (2017, 25 de marzo). Recorte en ciencia y tecnología. *Excélsior*. <http://www.excelsior.com.mx/opinion/raul-contreras-bustamante/2017/03/25/1154002>
- Díaz, B.F., Barriga, A. & Hernández, R.G. (2002). Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo: una interpretación constructivista. McGraw Hill.
- Flores-Camacho, Fernando (Coord.) (2012). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. INEE.
- Fundación IDEA. (2010). *Estudio de las necesidades de capital humano de la Industria Aeroespacial en México*. <https://bit.ly/2MrtTvD>
- Jonassen, D.H. & Rohrer-Murphy, L. (1999). Activity Theory as a framework for designing constructivist learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 47, 61-79.
- Marzano, R.J., Pickering, D.J., Arredondo, D.E., Blackburn, G.J., Brandt, R.S., Moffett, C.A., Paynter, D.E., Pollock, J.E. & Whister, J.O. (2005). *Dimensiones del aprendizaje. Manual para el maestro*, H. Guzmán, ed. ITESO. <https://doi.org/10.2307/j.ctvdmx0tz>
- McCombs, B. & Vakili, D. (2005). A learner-centered framework for e-learning. *Teachers College Record*, 107(8), 1582-1600.
- Mura, R., Gandini, V. & Juri, M.R. (2016). La enseñanza mediada por la tecnología y las competencias docentes en el proceso de enseñanza – aprendizaje en la Universidad. *Suplemento SIGNOS EAD*. <https://bit.ly/3pOyTc4>
- National Aeronautics and Space Administration. (2002). An Educator's Guide with Activities in Science, Mathematics, and Technology Education. *Aeronautics*, EG-2002-06-105-HQ.
- Reyes-González, D. y García-Cartagena, Y. (2014). Desarrollo de habilidades científicas en la formación inicial de profesores de ciencias y matemática. *Educación y educadores*, 17(2), 271-285. doi:10.5294/edu.2014.17.2.4
- Salazar-Arrastre, P. (2016). Principios didácticos en la adquisición de habilidades en las clases prácticas de Química-Física II. *Tecnología Química*, 36(2), 243-254. ISSN 2224-6185.

Sendag, S. & Odabasi, F. (2009). Effects of an online problem based learning course on content knowledge acquisition and critical thinking skills. *Computers y Education*, 53(1), 132-141. doi: 10.1016/j.compedu.2009.01.008

Secretaría de Educación Pública. (2009). Acuerdo Secretarial No. 71. El Sistema Nacional de Bachillerato en un Marco de Diversidad. México, *Diario Oficial de la Federación*.

Secretaría de Educación Pública, Subsecretaría de Educación Superior y Dirección General de Educación Superior Universitaria (2016). *Panorama de la Educación Superior en el Estado de Nuevo León. Ciclo Escolar 2015-2016*. [http://www.pides.mx/panorama\\_esmex\\_2015\\_2016/19\\_nuevoleon\\_panorama\\_esmex\\_m.pdf](http://www.pides.mx/panorama_esmex_2015_2016/19_nuevoleon_panorama_esmex_m.pdf)

Velázquez, V.G. & Salgado, J.J., (2016). Innovación tecnológica: un análisis del crecimiento económico en México. *Análisis Económico*, XXX(78), 145-170. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41347447008>

Vigotsky, L. (1978). *Thought and language*. MIT Press.

---

Dr. Heber Miguel Torres Cordero

htorresc@uanl.edu.mx

Universidad Autónoma de Nuevo León

ORCID: [0000-0002-1573-6446](https://orcid.org/0000-0002-1573-6446)

Dra. Guadalupe Maribel Hernández Muñoz

guadalupe.hernandezmn@uanl.edu.mx

Universidad Autónoma de Nuevo León

ORCID: [0000-0001-9904-6938](https://orcid.org/0000-0001-9904-6938)

Dra. Reyna Verónica Serna Alejandro

reyna.sernaal@uanl.edu.mx

Universidad Autónoma de Nuevo León

ORCID: [0000-0002-2611-9347](https://orcid.org/0000-0002-2611-9347)

Dra. Patricia del Carmen Zambrano Robledo

patricia.zambranor@uanl.edu.mx

Universidad Autónoma de Nuevo León

ORCID: [0000-0002-9491-0069](https://orcid.org/0000-0002-9491-0069)