



# Análisis de la metodología STEAM aplicada en el diseño curricular de la carrera de mecatrónica de la UTM: educación para el desarrollo sostenible.

Analysis of the STEAM methodology applied in the curriculum design of the mechatronics program at UTM: education for sustainable development.

Erika Janeth Villarreal-Castañeda<sup>1\*</sup>, Alicia Estrada-Torres<sup>2</sup>

## RESUMEN

La metodología STEAM considera que la verdadera innovación educativa sólo puede darse con su integración en el currículo. Dicha metodología integra cinco disciplinas (ciencia (S), tecnología (T), ingeniería (E), arte (A) y matemáticas (M)); y siete competencias (autonomía y emprendimiento, colaboración y comunicación, conocimiento y el uso de la tecnología, la creatividad e innovación, diseño y fabricación de productos, pensamiento crítico, y resolución de problemas). El objetivo de esta investigación fue analizar las disciplinas y competencias de la metodología STEAM aplicadas en el diseño curricular (tipo de formación de las asignaturas y atributos de egreso) de la carrera ingeniería en mecatrónica de la UTM: educación para el desarrollo sostenible, para identificar su relación y comprender la importancia de su implementación en el proceso enseñanza aprendizaje. El diseño de la investigación integró un enfoque cualitativo no interactivo con alcance descriptivo, mediante la revisión documental del programa de estudios de la carrera ingeniería en mecatrónica de la UTM emitido por la Dirección General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas de México. El análisis de datos se realizó con la técnica de analítica de datos. Los resultados mostraron que la metodología STEAM se aplica en el diseño curricular de la ingeniería en mecatrónica en cuanto a la formación de las asignaturas y atributos de egreso, por lo tanto, contribuyen a una educación para el desarrollo sostenible.

**PALABRAS CLAVE:** metodología STEAM, desarrollo, ciencia, tecnología.

## ABSTRACT

The STEAM methodology considers that true educational innovation can only occur through its integration into the curriculum. This methodology integrates five disciplines (science (S), technology (T), engineering (E), art (A), and mathematics (M)) and seven skills (autonomy and entrepreneurship, collaboration and communication, knowledge and use of technology, creativity and innovation, product design and manufacturing, critical thinking, and problem-solving). The objective of this research was to analyze the disciplines and skills of the STEAM methodology applied in the curriculum design (type of subject training and graduate attributes) of the mechatronics engineering program at UTM: education for sustainable development, to identify their relationship and understand the importance of their implementation in the teaching-learning process. The research design integrated a non-interactive qualitative approach with a descriptive scope, through a documentary review of the study program of the mechatronics engineering program at UTM issued by the General Direction of Technological and Polytechnics Universities of Mexico. Data analysis was conducted using data analytics techniques. The results showed that the STEAM methodology is applied in the curriculum design of mechatronics engineering concerning subject training and graduate attributes, thus contributing to education for sustainable development.

**KEYWORDS:** STEAM methodology, development, science, technology.

\*Correspondencia: [erika.villarreal@utmatamoros.edu.mx](mailto:erika.villarreal@utmatamoros.edu.mx)/Fecha de recepción: 21 de agosto de 2023/Fecha de aceptación: 28 de agosto de 2023/Fecha de publicación: 30 de noviembre de 2023.

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Matamoros, Dirección de Enlace Académico, Carretera a Reynosa Km. 8.5, Col. Guadalupe (Ejido), C.P. 87569, Heroica Matamoros, Tamaulipas, México. <sup>2</sup>Universidad Tecnológica de Matamoros, Dirección de Enlace Académico, Carretera a Reynosa Km. 8.5, Col. Guadalupe (Ejido), C.P. 87569, Heroica Matamoros, Tamaulipas, México.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el compromiso de las instituciones educativas de nivel superior es formar ciudadanos con conciencia crítica para que hagan frente a los retos globales. En congruencia con las perspectivas de trabajo de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) en el ámbito de la educación para el desarrollo sostenible y la educación para la ciudadanía mundial, es necesario integrar la educación en ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas (STEAM, por sus siglas en inglés) para el desarrollo de habilidades transformadoras, innovadoras y creativas que permitan avanzar hacia un desarrollo sostenible (UNESCO, 2017). Es indudable que terminar una carrera universitaria, así como obtener un título profesional no es garantía para encontrar un trabajo digno, por lo que es necesario que en el diseño curricular de los planes de estudio de las instituciones de educación superior se promueva y fortalezca el desarrollo de habilidades duras y blandas que aseguren que las y los egresados universitarios sean vistos como capital humano avanzado para insertarse de manera rápida en el mercado laboral. Según el informe de diagnóstico de la estrategia de habilidades de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, por sus siglas en inglés): México 2017, los empleadores sostienen que las personas egresadas de educación superior carecen de las competencias que ellos requieren, tanto en lo que se refiere a conocimientos específicos de una disciplina, como a competencias transversales (OCDE, 2017).

Desde una perspectiva más amplia, para que los currículos educativos integren aspectos como la sustentabilidad del planeta, condiciones laborales dignas, paz, derechos humanos y la igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres, las universidades deben transformar sus currículos escolares priorizando el desarrollo de competencias profesionales mediante las cinco disciplinas de la metodología STEAM (ciencia (S), tecnología (T), ingeniería (E), arte (A) y matemáticas (M)).

## Metodología STEAM

La metodología STEAM surgió en la escuela de diseño de Rhode Island, Estados Unidos, en 1990 y considera que la verdadera innovación educativa sólo puede darse con su integración en el currículo (Sánchez, 2019). Dicha metodología, tiene el propósito de desarrollar áreas de conocimiento y capacidades aptas para la revolución digital; al respecto Villarreal y Estrada (2023a) refieren que la formación del profesorado enfocada en la mejora del proceso es una tarea urgente a través de la innovación educativa.

Así también, Carbajal (2022) indica que la metodología de enseñanza aprendizaje activo potencia en el alumnado el pensamiento flexible y la creatividad. Éstos, son ingredientes indispensables cuando se trata de innovar a través del razonamiento basado en la evidencia al tomar decisiones para que adquieran confianza y conocimientos y de este modo se desarrollen las habilidades duras y blandas requeridas en el siglo XXI.

De acuerdo con Sánchez (2019), las áreas STEAM pueden ser abordadas de forma transversal desde las distintas asignaturas del currículo y agrupadas dentro de siete competencias. La primera competencia es la autonomía y emprendimiento, para llevar a cabo un proyecto o propósito por iniciativa propia. En esta competencia se dimensionan los aspectos de aprender a aprender, autonomía y desarrollo personal y el emprendimiento. La segunda competencia es la colaboración y comunicación, para alcanzar las metas y objetivos, resolver situaciones y abordar problemas complejos en grupo y compartir el conocimiento con sus respectivas dimensiones de expresión y comunicación, así como el trabajo colaborativo. La tercera competencia es el conocimiento y el uso de la tecnología, es decir, personas cultas que entienden, usan y explican los productos tecnológicos; y son conscientes de las consecuencias de su uso.

La cuarta competencia es la creatividad e innovación, para resolver de forma original e ima-

ginativa situaciones o problemas en un contexto determinado. La quinta competencia es el diseño y fabricación de productos, planificando la construcción y usando materiales, herramientas y componentes apropiados. La sexta competencia es el pensamiento crítico para interpretar, analizar y evaluar la veracidad de las afirmaciones y la consistencia de los razonamientos, dimensionándose con esta competencia el pensamiento lógico y sistémico. Por último, la séptima competencia es la resolución de problemas para identificar, analizar, comprender y resolver situaciones problemáticas en las que la estrategia de solución no resulta obvia a través de las dimensiones de la obtención y tratamiento de la información, pensamiento computacional y el proceso de resolución de problemas (Sánchez, 2019).

### **Diseño curricular de la ingeniería en mecatrónica en la Universidad Tecnológica de Matamoros (UTM)**

La ingeniería en mecatrónica comprende cinco cuatrimestres, de los cuales el último son estadías en el sector productivo. Las asignaturas que comprenden el diseño curricular están enfocadas a la formación científica, tecnológica, pertinente y directiva; así mismo, se integra la formación de lenguas con la impartición del idioma inglés. Esta formación contribuye a desarrollar los ocho atributos de egreso (UTM, 2023); pero se desconoce cómo se aplica el tipo de formación de las asignaturas a partir del 7° cuatrimestre con el tipo de formación STEAM, perfil de egreso y con las cinco disciplinas de ciencias (S), tecnologías (T) ingeniería (E), artes (A) y matemáticas (M) dentro del programa curricular.

### **Educación para el desarrollo sostenible**

El mandato universal de la UNESCO (2017) es contribuir a la edificación de la paz, erradicación de la pobreza, el desarrollo sostenible y al diálogo intercultural mediante la educación, las ciencias, cultura, comunicación y la información. Por lo anterior, la Asamblea General de la UNESCO (2017) adopta la Agenda 2030 con 17 objetivos y

169 metas para canalizar el mundo hacia un camino sostenible y resiliente promocionando la ciencia, la tecnología y la innovación para el desarrollo de soluciones sostenibles y hacer frente a desafíos mundiales.

En el informe de 1987 “Nuestro Futuro Común” emitido por la Comisión Brundtland constituida por la Asamblea General de la UNESCO presentó el término de desarrollo sostenible como el desarrollo que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones del futuro (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2023).

Al respecto, Giannini (como se citó en la UNESCO, 2020) cuestiona si lo que las personas aprenden es realmente relevante para sus vidas y si lo que aprenden ayuda a asegurar la supervivencia de nuestro planeta. En este sentido, Villarreal y Estrada (2023b) mencionan que el contar con un título profesional no garantiza un empleo digno, sino que se necesitan competencias STEAM para poder competir en el mercado laboral. Algunas investigaciones como la realizada por Santillán et al. (2020), buscan indagar sobre la aplicación de la metodología STEAM en los programas educativos.

Con base en lo señalado, este estudio es de gran relevancia para que las universidades promuevan la metodología STEAM y la educación para el desarrollo sostenible, y se brinden competencias, conocimiento, conciencia y acciones que empoderan e inspiran a las personas para transformarse a sí mismas y a las sociedades.

El objetivo de esta investigación fue analizar las disciplinas y competencias de la metodología STEAM aplicadas en el diseño curricular (tipo de formación de las asignaturas y atributos de egreso) de la carrera ingeniería en mecatrónica de la UTM: educación para el desarrollo sostenible, para identificar su relación y comprender la importancia de

su implementación en el proceso enseñanza aprendizaje.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de la investigación integró un enfoque cualitativo no interactivo con alcance descriptivo, mediante la revisión documental del programa de estudios de la carrera ingeniería en mecatrónica de la UTM (2023) emitido por la Dirección General de las Universidades Tecnológicas y Politécnicas de México. Se empleó el enfoque cualitativo, puesto que, permite una comprensión amplia del estudio y el alcance descriptivo para

delinear cada una de las características de la metodología STEAM en el diseño curricular de la ingeniería en mecatrónica de la UTM. El análisis de datos se realizó con la técnica de analítica de datos (Hernández et al., 2014).

## RESULTADOS

Los resultados encontrados a partir del análisis documental del diseño curricular de la carrera ingeniería en mecatrónica de la UTM con el tipo de formación de las asignaturas (UTM,2023) y disciplinas STEAM fueron (Tabla 1):

■ **Tabla 1.** Relación del tipo de formación de las asignaturas de la carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la UTM con las disciplinas de la metodología STEAM

*Table 1 Relationship between the type of training in the subjects of the Mechatronics Engineering program at UTM and the disciplines of the STEAM methodology.*

Cuatrimestre	Asignatura	Tipo de formación	Disciplina STEAM
7°. cuatrimestre	Matemáticas para Ingeniería I	Científica	S, E y M
	Física para ingeniería	Científica	S y E
	Instrumentación virtual	Tecnológica	T y E
	Electricidad virtual	Tecnológica	T y E
	Inglés VI	Lenguas	
	Administración del tiempo	Formación directiva	
8°. cuatrimestre	Matemáticas para Ingeniería II	Científica	S, E y M
	Mecánica para automatización	Tecnológica	T y E
	Control de motores II	Tecnológica	T y E
	Diseño asistido por computadora	Tecnológica	T y E
	Inglés VII	Lenguas	
	Planeación y organización del trabajo	Formación directiva	
9°. cuatrimestre	Control automático	Científica	S, E y M
	Ingeniería de proyectos	Científica	S, E y M
	Sistemas mecánicos II	Tecnológica	T y E
	Desarrollo sustentable	Formación pertinente	
	Inglés VIII	Lenguas	
	Dirección de equipos de alto rendimiento	Formación directiva	
10°. cuatrimestre	Sistemas de manufactura flexible	Científica	S y E
	Control lógico avanzado	Científica	S y E
	Dispositivos digitales programables	Tecnológica	T y E
	Integradora III	Tecnológica	T, E y M
	Inglés IX	Lenguas	
	Negociación empresarial	Formación directiva	
11°. cuatrimestre	Estadías en el sector productivo		

1. Siete de las asignaturas que integran el plan de estudios de séptimo, octavo, noveno y décimo cuatrimestre están relacionadas con las disciplinas de STEAM de ciencia (S).

2. Ocho de las asignaturas que integran el plan de estudios de séptimo, octavo, noveno y décimo cuatrimestre están relacionadas con las disciplinas de STEAM de tecnología (T).

3. Quince de las asignaturas se relacionan directamente con la disciplina de STEAM de ingeniería (E).

4. Cinco asignaturas que integran el plan de estudios de séptimo, octavo, noveno y décimo cuatrimestre están relacionadas con las disciplinas de STEAM de matemáticas (M).

5. Dos asignaturas de cada cuatrimestre (7º., 8º., 9. y 10º) se relacionan con las habilidades blandas en cuanto a la formación directiva y el dominio del idioma inglés.

6. Solo una asignatura corresponde a la formación pertinente del desarrollo sostenible.

7. El décimo primer cuatrimestre del plan de estudios de la carrera de ingeniería

en mecatrónica corresponde a las estadías del alumnado en el sector productivo.

Por otra parte, la revisión documental respecto a los atributos de egreso de la carrera de ingeniería en mecatrónica que integra las ocho competencias (autonomía y emprendimiento, colaboración y comunicación, conocimiento y uso de la tecnología, creatividad e innovación, diseño y fabricación de productos, pensamiento lógico y sistémico y resolución de problemas) para satisfacer las necesidades del sector productivo y medio ambiente mostraron que también se aplicaron las competencias de la metodología STEAM y sus disciplinas. En cuanto a la dimensión arte (A) de la metodología STEAM aunque no se vea explícita de forma textual en el plan de estudios de la carrera de ingeniería de mecatrónica, sí lo está en la misión de la universidad en donde se indica la prestación de servicios educativos con una formación integral al promover diversas actividades extracurriculares como son las áreas artísticas, deportivas y culturales, y comités de sostenibilidad en los cuales las y los alumnos participan en proyectos sustentables vinculados con el sector social y laboral (UTM, 2023), como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Relación de los atributos de egreso de la carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la UTM con las competencias de la metodología STEAM

*Table 2. Relationship between the graduation attributes of the Mechatronics Engineering program at the UTM and the skills of the STEAM methodology.*

No. AE	Atributo de Egreso (AE)	Competencias STEAM	Disciplina STEAM
AE1	Formular el planteamiento matemático y la solución del problema mediante la identificación de variables a analizar y la aplicación de los principios y teorías de las ciencias básicas, así como razonamiento lógico-matemático e interpretación de resultados para contribuir a la toma de decisiones universitaria.	C2 Colaboración y comunicación C3 Conocimiento y uso de la tecnología C6 Pensamiento lógico y sistémico C7 Resolución de problemas	S,T,E, M

continúa....

AE2	Representar fenómenos físicos y químicos mediante lo experimental y numérico, así como la interpretación, análisis y discusión de resultados, con base en los principios de las ciencias básicas para generar una propuesta de solución a los sistemas productivos y de servicios.	C2 Colaboración y comunicación C3 Conocimiento y uso de la tecnología C5 Diseño y fabricación de productos C6 Pensamiento lógico y sistémico C7 Resolución de problemas	S, T, E, M
AE3	Desarrollar y dirigir organizaciones a través de valores y actitudes proactivas de excelencia, el ejercicio ético del liderazgo, el trabajo en equipo, la negociación, la toma de decisiones y la orientación a resultados, en armonía con su medio ambiente y con un enfoque sistémico para contribuir al logro de objetivos estratégicos.	C1 Autonomía y emprendimiento C2 Colaboración y comunicación C3 Conocimiento y uso de la tecnología C6 Pensamiento lógico y sistémico C7 Resolución de problemas	
AE4	Comunicarse de manera efectiva en idioma inglés, en forma oral y escrita, para contribuir en el desempeño de sus funciones en su entorno laboral, social y personal.	C2 Colaboración y comunicación	S, T, E
AE5	Comunicarse de manera efectiva en idioma español, en forma oral y escrita, para contribuir en el desempeño de sus funciones en su entorno laboral, social y personal.	C2 Colaboración y comunicación	
AE6	Diseñar, implementar y supervisar sistemas automatizados y de control, utilizando tecnología adecuada, de acuerdo con normas, especificaciones técnicas y de seguridad, para mejorar y mantener los procesos productivos.	C1 Autonomía y emprendimiento C2 Colaboración y comunicación C3 Conocimiento y uso de la tecnología C4 Creatividad e innovación C5 Diseño y fabricación de productos C6 Pensamiento lógico y sistémico C7 Resolución de problemas.	S, T, E, A y M
AE7	Implementar sistemas de medición y control bajo los estándares establecidos, para el correcto funcionamiento de los procesos industriales.	C1 Autonomía y emprendimiento C2 Colaboración y comunicación C3 Conocimiento y uso de la tecnología C4 Creatividad e innovación C5 Diseño y fabricación de productos C6 Pensamiento lógico y sistémico	S, T, E, M

continúa....

AE8	Desarrollar proyectos de automatización y control, a través de diseño, la administración y la aplicación de las nuevas tecnologías de la 14.0 para satisfacer las necesidades del sector productivo y del medio ambiente.	C1 Autonomía y emprendimiento C2 Colaboración y comunicación C3 Conocimiento y uso de la tecnología C4 Creatividad e innovación C5 Diseño y fabricación de productos C6 Pensamiento lógico y sistémico C7 Resolución de problemas	S, T, E, A, M
-----	---	---	---------------

## DISCUSIÓN

De acuerdo con la información presentada en la Tabla 1 sobre la relación del tipo de formación de las asignaturas de la carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la UTM con las disciplinas de la metodología STEAM, existe una integración de contenidos multidisciplinares para el desarrollo de las competencias STEAM mencionadas en los estudios de Sánchez (2019). También, se encuentra alineado a lo que establece Carbajal (2022) en cuanto a que la finalidad de la metodología STEAM, es la unión de las habilidades artísticas y creativas con la educación, incluyendo aspectos como la innovación y el diseño, el desarrollo de la curiosidad y la imaginación o la búsqueda de soluciones diversas a un único problema, lo que permite integrar mejor otros gustos e intereses de estudiantes, que, a priori, no optarían por un itinerario formativo en ciencia o tecnología, al ampliar el campo de aplicaciones y derribando las barreras entre disciplinas.

Por su parte, los resultados presentados en la tabla 2 sobre la relación de los atributos de egreso de la carrera de ingeniería en mecatrónica de la UTM con las competencias de la metodología STEAM demuestran que existe una congruencia en cuanto a los estudios de Santillán et al. (2020) al observar que la metodología STEAM se aplica en el programa desde un enfoque constructivista. Aquí, se busca que las y los alumnos aprendan haciendo y apliquen la parte práctica con la teórica a través de la construcción de conocimientos de manera significativa y colectiva, permitiendo conexiones interdisciplinares y un enfoque holístico formando individuos de pensamien-

to analítico, crítico y reflexivo para responder a los desafíos de una sociedad globalizada y cambiante.

Es importante destacar que la metodología STEAM promueve espacios de colaboración entre el alumnado y docentes, y centra el aprendizaje en la solución de problemas y realización de proyectos. Sin embargo, el profesorado debe ser sistémico y tener el conocimiento suficiente para utilizar la metodología de forma transversal con un enfoque interdisciplinar y para contribuir al desarrollo sostenible. Además de ello, el profesorado deberá lograr que el aprendizaje sea significativo para el alumnado y con las competencias necesarias para aplicar el conocimiento a contextos reales.

## CONCLUSIONES

Una vez analizadas las disciplinas y competencias de la metodología STEAM, se deduce que existen elementos teóricos para sustentar que esta metodología es aplicada en el diseño curricular de la carrera de mecatrónica de la UTM en cuanto al tipo de formación y perfil de egreso.

También, se concluye que este diseño curricular de la carrera ingeniería en mecatrónica está basado en un enfoque interdisciplinario, sustentable e internacional, contribuyendo así a una educación para el desarrollo sostenible. Este enfoque permite garantizar el logro de los objetivos de desarrollo sostenible que forman parte de la agenda 2030 como una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental global.

Por lo anterior, los planes y programas de estudio deben de enfatizar la pertinencia y relevancia acorde con el contexto local, nacional y global, que asegure la armonización entre la oferta y la demanda laboral para elevar la productividad y competitividad de las organizaciones, sin olvidar el compromiso común y universal para contribuir al desarrollo sostenible, mejorando el bienestar de las generaciones presentes y asegurando la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Por último, el papel de la universidad es fundamental para el desarrollo de estas disciplinas ya que aportan significativamente al proceso de enseñanza aprendizaje para que los estudiantes aprendan interdisciplinariamente y se logre una educación integral a fin de facilitar la empleabilidad y ofrecer al mercado laboral una fuerza de trabajo competitiva de sus egresados.

---

## REFERENCIAS

- Carbajal, R. (2022). Modelo educativo STEAM aplicado a la enseñanza de un segundo idioma. Propuesta de metodología integradora. *Revista Electrónica Calidad en la Educación Superior*, 13 (2), 115-125. DOI: <https://doi.org/10.22458/caes.v13i2.4320>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (2023). *Acerca del Desarrollo Sostenible*. <https://www.cepal.org/es/temas/desarrollo-sostenible/acerca-desarrollo-sostenible>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed). McGraw-Hill.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2017). *La UNESCO Avanza la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. [https://es.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/247785sp\\_1\\_1\\_1.compressed.pdf](https://es.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/247785sp_1_1_1.compressed.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2020). *Educación para el Desarrollo Sostenible para 2030. Hoja de ruta*. [https://www.google.com.mx/books/edition/Educaci%C3%B3n\\_para\\_el\\_Desarrollo\\_Sostenible/cB0MEAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=concepto+de+desarrollo+sostenible+unesco&printsec=frontcover](https://www.google.com.mx/books/edition/Educaci%C3%B3n_para_el_Desarrollo_Sostenible/cB0MEAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=concepto+de+desarrollo+sostenible+unesco&printsec=frontcover)
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2017). *Informe de diagnóstico de la estrategia de habilidades de la OCDE: México 2017*. [https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-skills-strategy-diagnostic-report-mexico-2017\\_9789264287679-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-skills-strategy-diagnostic-report-mexico-2017_9789264287679-en)
- Sánchez, E. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, (379), 45-51. <https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>
- Santillán, J., Jaramillo, E., Santos, R. y Cadena, V. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 5 (8), 467-492. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7554327>
- Universidad Tecnológica de Matamoros. (2023). *Mecatrónica*. <https://www.utmatamoros.edu.mx/carreras/mecatronica/>
- Villarreal, E., y Estrada, A. (2023a). Retos y desafíos para mejorar la enseñanza de la educación superior postpandemia. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 11(2), 17-20. <https://journals.continental.edu.pe/index.php/apuntes/article/view/811>
- Villarreal, E., y Estrada, A. (2023b). Competencias de empleabilidad de los egresados en educación superior: Un enfoque de la industria maquiladora de H. Matamoros, Tamaulipas, México. *Apuntes De Ciencia & Sociedad*, 11(1), 94-101. <https://doi.org/10.18259/acs.2023010>