

<https://doi.org/10.23913/ride.v15i30.2357>

*Artículos científicos*

## **Progresiones del Aprendizaje y Mapas de Competencia en Educación Superior**

*Learning Progressions and Competency Maps in Higher Education*

*Progressões de aprendizagem e mapas de competências no ensino superior*

**Albino Rodríguez-Díaz**

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tepic, México

[arodriguez@ittepic.edu.mx](mailto:arodriguez@ittepic.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-3257-8478>

**Jovita Romero-Islas**

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tepic, México

[jromero@ittepic.edu.mx](mailto:jromero@ittepic.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-6506-1651>

**José de Jesús Rodríguez-Romero**

Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios No. 100, México

[jrguez344@gmail.com](mailto:jrguez344@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-2025-2945>

**José Cruz Muñoz Esparza**

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Aguascalientes, México

[jose.me@aguascalientes.tecnm.mx](mailto:jose.me@aguascalientes.tecnm.mx)

<https://orcid.org/0009-0005-0784-3654>

## Resumen

Este trabajo describe una metodología para integrar progresiones del aprendizaje en la construcción de mapas de competencias en educación superior, con objeto de fortalecer el desarrollo de la formación del perfil de egreso en programas educativos de ingeniería. Las progresiones de aprendizaje se definen como secuencias didácticas planificadas para la adquisición gradual de conocimientos y habilidades, fundamentadas en la taxonomía de Bloom, revisada por Anderson y colaboradores. La construcción de competencias debe evitar una carga excesiva de contenidos académicos: se deben seleccionar aquellos que sean necesarios, suficientes y relevantes para el desarrollo integral del perfil de egreso. Esto asegura que los estudiantes adquieran las habilidades de manera efectiva, sin sobrecargar la carga académica de los planes de estudio con contenidos redundantes y que no estén asociados a desempeños específicos. Para la construcción de mapas de competencias se utilizó el análisis de contenido sobre las habilidades que los estudiantes deben adquirir en una disciplina académica, tal como las ciencias básicas y su relación transversal con asignaturas de ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada. Se presentan ejemplos transversales de progresiones de aprendizaje con el tema “*funciones*”, integrada en la materia *Cálculo diferencial*, vinculándolas con resultados de aprendizaje en las asignaturas de *Gestión de calidad*, *Balance de materia y energía* y asignaturas de *operaciones unitarias*. Este trabajo ofrece una perspectiva innovadora para fortalecer el diseño curricular en programas de ingeniería.

**Palabras clave:** Progresiones del aprendizaje, mapas de competencias, evaluación formativa, competencias profesionales, educación superior.

## Abstract

This paper describes a methodology to integrate learning progressions in the construction of competency maps in higher education, to strengthen the development of egress attributes in engineering education programs. Learning progressions are defined as didactic sequences planned for the gradual acquisition of knowledge and skills, based on Bloom's taxonomy. This development of competencies should not be based on an excess of contents, but on the selection of those that are sufficient and relevant for the integral development of the graduate profile. This ensures that students acquire the essential skills in an effective manner, without overloading the curricula with redundant content that is not associated with specific performances. For the construction of competency maps, content analysis was used on the



skills that students should acquire in an academic discipline, such as basic sciences and their cross-cutting relationship with engineering science and applied engineering topics. Transversal examples of learning progressions are presented with the topic Functions present in Differential calculus, linking them with learning outcomes in Quality management, Matter and Energy Balances and other unit operations. The results highlight how this methodology facilitates an integral development of the egress attributes, which contributes to the quality of the educational program and continuous improvement in the teaching function.

**Keywords:** Learning progressions, competency maps, formative evaluation, graduation attribute, higher education.

## Resumo

Este artigo descreve uma metodologia para integrar progressões de aprendizagem no mapeamento de competências no ensino superior, com o objetivo de fortalecer o desenvolvimento de perfis de pós-graduação em programas de educação em engenharia. Progressões de aprendizagem são definidas como sequências de ensino planejadas para a aquisição gradual de conhecimento e habilidades, com base na taxonomia de Bloom, revisada por Anderson e colaboradores. O desenvolvimento de competências deve evitar uma carga excessiva de conteúdos acadêmicos: devem ser selecionados aqueles que sejam necessários, suficientes e relevantes para o desenvolvimento integral do perfil do egresso. Isso garante que os alunos adquiram habilidades de forma eficaz, sem sobrecarregar o currículo acadêmico com conteúdo redundante e não vinculado a desempenhos específicos. Para construir mapas de competências, a análise de conteúdo foi usada para identificar as habilidades que os alunos devem adquirir em uma disciplina acadêmica, como ciências básicas e sua relação interdisciplinar com ciências da engenharia e disciplinas de engenharia aplicada. São apresentados exemplos de progressões de aprendizagem interdisciplinares, com base no tópico "funções", integradas à disciplina de Cálculo Diferencial e vinculadas aos resultados de aprendizagem nas disciplinas de Gestão da Qualidade, Balanço de Materiais e Energia e Operações Unitárias. Este trabalho oferece uma perspectiva inovadora para fortalecer o design curricular em programas de engenharia.

**Palavras-chave:** Progressões de aprendizagem, mapas de competências, avaliação formativa, competências profissionais, ensino superior.

**Fecha Recepción:** Noviembre 2024

**Fecha Aceptación:** Marzo 2025



## Introducción

El desarrollo de las competencias profesionales durante la formación profesional en un plan de estudio constituye un punto de referencia fundamental para empleadores y organismos acreditadores al evaluar la calidad y pertinencia de los programas educativos. Para las instituciones de educación superior, esto implica satisfacer de manera efectiva las demandas de la sociedad. Durante el proceso de aprendizaje, destaca la necesidad de progresar gradualmente en la aprehensión del conocimiento y el desarrollo de habilidades, avanzando desde un nivel cognitivo y actitudes iniciales, hacia el desarrollo y formación de esas capacidades cada vez más significativas y útiles, llamadas atributos de egreso, como los denomina el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI, 2021).

Desde el contexto educativo, el aprendizaje se desarrolla a través de un verbo activo que implica alcanzar metas y objetivos específicos, marcando una ruta para lograrlo. Un plan de estudio representa este trayecto académico: un puente que conecta las asignaturas y sus contenidos para desarrollar habilidades cada vez más concretas en la resolución de problemas o para especificar competencias profesionales. Este proceso de progreso se denomina avance académico, mediante rutas de aprendizaje transversales. En este trabajo se exploran diversas perspectivas y propuestas sobre la importancia de las *progresiones del aprendizaje* y *los mapas de competencias* y las definimos de la siguiente manera:

El concepto de progresiones del aprendizaje es una guía planificada en la instrucción didáctica para respaldar el proceso de aprendizaje y el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes de educación superior.

Un mapa de competencias es una representación estructurada de las habilidades, conocimientos y actitudes que los estudiantes deben adquirir y desarrollar a lo largo de su formación académica, mismas que se pueden lograr a través del diseño de progresiones del aprendizaje (Loría et al., 2025).

El mapa de competencias permite identificar qué competencias transversales son esenciales y cómo se interrelacionan entre sí para lograr un desempeño profesional óptimo. Requiere especificar los niveles de dominio de la competencia para planificar los contenidos de la progresión del aprendizaje y puede representarse con figuras o matrices para sintetizar perfiles de competencias.

En este trabajo, las definiciones anteriores se consideran como un vínculo que conecta a los modelos educativos del nivel medio superior con el nivel superior. La premisa central es que el aprendizaje se concibe como un proceso continuo y progresivo en el cual los

estudiantes avanzan en la comprensión de contenidos interrelacionados en el currículo, contribuyendo al desarrollo de competencias cada vez más integrales y significativas.

La relevancia de ambos constructos radica en su capacidad para estructurar y guiar la planeación del proceso formativo, asegurando una adquisición coherente y progresiva de las habilidades. Para ello se toman como base las ideas presentadas por Heritage (2007), Paredes (2020) y Talanquer (2013), así como los requerimientos de organismos acreditadores. Barrera y Nieto (2021) señalan que las progresiones de aprendizaje se presenta como un enfoque clave para el desarrollo de competencias profesionales en educación superior. Es necesario señalar que para el organismo acreditador los *atributos de egreso* corresponden a las competencias profesionales u objetivos de aprendizaje declarados por el programa educativo.

Extendiendo el análisis de las progresiones de aprendizaje, en educación básica las progresiones de aprendizaje tienen el mismo fin que en el Marco Curricular Común del Nivel Medio Superior, desde el modelo de la Nueva Escuela Mexicana, misma que toma como referente la idea de progresiones en el pensamiento matemático, en las habilidades de comunicación y la cultura digital (SEP, 2022c). En este sentido, las rutas de progresiones de aprendizaje presentadas en este estudio desde el concepto *función matemática*, constituyen el resultado del trabajo colaborativo entre profesionales docentes de la academia de ciencias básicas (CB) en un instituto perteneciente al Tecnológico Nacional de México, TecNM. En el mismo sentido, el diseño curricular a base de progresiones de aprendizaje (PA) es la oportunidad de colaborar con profesores del nivel medio superior (NMS), pues desde el 2025 los estudiantes egresados de bachiller estarán formados con un perfil de egreso definido mediante progresiones y la idea de transversalidad, basadas principalmente en el pensamiento matemático, cultura digital y las capacidades de comunicación oral y escrita (Sep, 2022).

Este estudio es parte de una serie de proyectos de investigación de tipo cuantitativo y mixto en el departamento de CB, con el propósito de una instrumentación didáctica bajo la metodología *b-Learning* para apoyar la educación presencial Rodríguez-Díaz et al. (2024), así como estudios tendientes a mejorar la comunicación efectiva en el aula y a establecer un sistema de evaluación institucional para mejorar el proceso educativo (Rodríguez-Díaz et al., 2023). Además, los resultados de este trabajo son elementos fundamentales de un plan de mejora continua para los procesos de acreditación de los programas de ingeniería, de acuerdo con los indicadores de calidad del CACEI. La experiencia se desarrolló mediante el método

de investigación – acción, desde la perspectiva de Freire, quien afirma que “no hay enseñanza sin investigación ni investigación sin enseñanza (Freire, 2004, p. 14).

En el marco del modelo educativo del TecNM (2013), el perfil de egreso se configura a partir de un conjunto de competencias profesionales que se desarrollan a medida que los estudiantes cursan y completan asignaturas en diversas áreas académicas, como las ciencias básicas, ciencias de la ingeniería, ingeniería aplicada y las ciencias económicas – administrativas. De esta forma, el perfil de egreso, definido en términos de habilidades de desempeño, se fundamenta en las competencias profesionales que constituyen los componentes esenciales del plan de estudios.

El TecNM sostiene que esta integración es la vía para garantizar la pertinencia de los programas educativos que demanda la sociedad, calidad determinada en última instancia por el CACEI. Este planteamiento subraya que las PA desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de las competencias profesionales. En este contexto, se establecen los siguientes objetivos de investigación:

1. Desarrollar una metodología para identificar y construir progresiones de aprendizaje, las cuales contribuyen al desarrollo de competencias profesionales en un programa académico de ingeniería inscritos en perfil de egreso.
2. Aplicar la matriz de Anderson y colaboradores en la taxonomía de Bloom para generar resultados de aprendizaje con el tema *funciones matemáticas*, con la finalidad de operacionalizar la construcción de los mapas de competencias transversales en asignaturas correlacionadas (Anderson et al., 2001).
3. Aplicar el tema *funciones*, de la asignatura *Cálculo diferencial*, para crear la progresión del aprendizaje “*prueba de hipótesis*” en la asignatura *Estadística*, como ejemplo del mapa de competencia “*diseñar y operar proyectos de investigación para el análisis e interpretación de datos experimentales*” y la “*capacidad de resolver problemas*”.

## Marco Teórico

Sin importar que un programa educativo esté definido por objetivos de aprendizaje, por el desarrollo de competencias profesionales o por progresiones de aprendizaje, (PA) que son tendencia actual en niveles educativos básicos, el aprendizaje está determinado por el verbo que define la actividad didáctica. Para redactar un objetivo de aprendizaje, la forma verbal utilizada es el *infinitivo*, porque ésta indica la acción que se debe realizar para

conseguirlo. En contraste, para redactar una competencia, la forma verbal que se recomienda es el *indicativo*, ya que no sólo indica la acción, sino que en su redacción se infiere al sujeto que va a actuar para alcanzar el desarrollo de la competencia, además del cuándo, cómo y para qué (Moliner, 2013; Pimienta, 2012). Los modelos educativos basados en el desarrollo de competencias *indican* que el sujeto que asume estas acciones es el estudiante.

Siguiendo la idea de las progresiones de aprendizaje, estas tienen como objetivo desarrollar secuencialmente una competencia o habilidad desde un nivel básico, hasta un desempeño más complejo y significativo, ya sea para resolver un problema o para diseñar un proceso o servicio. En el aprendizaje de estas capacidades, se requiere la secuencia y tránsito (progresiones) de niveles cognitivos inferiores hacia niveles cognitivos superiores. Por ello, en este trabajo se construye y fundamenta la idea de que las PA tienen como origen la taxonomía de Bloom.

En la década de los cincuenta, Bloom et al. (1956) señalaron que el aprendizaje ocurre cuando los sustantivos de una acción educativa se implican a diferentes niveles de objetivos cognoscitivos. Bloom y colaboradores construyeron su modelo (un sistema de clasificación) con el sustantivo de cada verbo en tres aspectos: *el cognitivo*, *el afectivo* y *el psicomotor*. Lo anterior con la finalidad de poder evaluar de manera más pertinente y objetiva el aprendizaje. Con la taxonomía cognitiva, definieron la siguiente secuencia de sustantivos que fundamentan las acciones educativas para desarrollar habilidades: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. Esta progresión y ascenso cognitivo ha sido utilizada en los diseños curriculares de educación básica, bajo la perspectiva de varias teorías de aprendizaje.

En tiempos recientes, con base en la necesidad de considerar el ámbito de la era digital, Churches (2019) y Da Silva (2023) realizaron actualizaciones a esta secuencia de niveles cognitivos, tomando en cuenta los avances pedagógicos y psicológicos en el acto de aprender. Adicionalmente, enfatizaron la función del modelo cognitivo en la formación del pensamiento crítico y la utilización de las TICs en la enseñanza y el aprendizaje. Por su parte Marzano y Kendall (2007) publicaron la actualización del sistema de clasificación de niveles cognitivos del modelo de Bloom para generar estrategias específicas en la enseñanza y evaluación de las habilidades programadas; incluyeron un sistema de creencias y valores que actualmente son muy importantes en la educación.

Por su parte, Anderson et al. (2001) adaptaron la taxonomía de Bloom en acuerdo a los requerimientos de la psicología educativa actual, modificando el sustantivo por el uso de

verbos activos. Esto permite describir de mejor manera la naturaleza dinámica del aprendizaje. Al actualizar la taxonomía, los investigadores integran al “*análisis – síntesis*” como un proceso dual y dinámico. Determinan que a partir del nivel precedente, los verbos *evaluar* y *crear* definen el nivel superior cognitivo de la taxonomía. A manera de ejemplo refieren las siguientes experiencias educativas:

- Los estudiantes deben aprender a *delinear* las lecciones de los libros de texto.
- Los estudiantes deben aprender a *criticar* las soluciones propuestas a los problemas sociales.
- Los estudiantes deben aprender a *construir* escenarios (Anderson, et al., 2001).

En este trayecto *delinear* → *criticar* → *construir*, Anderson y colaboradores indican que el verbo utilizado es fácilmente identificable y, de igual forma, clasificable. En este ejemplo, “*delinear*” es un término alternativo para organizar (*analizar*). “*Criticar*” está asociado con “*evaluar*”, mientras que “*construir*” es un término alternativo para “*producir*”, equivalente a “*crear*”. La Tabla 1 ilustra la manera en que el aprendizaje transita de niveles cognitivos inferiores a superiores. Los autores de esta actualización a la taxonomía de Bloom crearon una lista de verbos para hacer más explícita y variada las actividades de aprendizaje en esta secuencia de construcción del conocimiento.

**Tabla 1.** Matriz para diseñar resultados de aprendizaje derivados de actividades didácticas

Dimensión del Conocimiento	Dimensión de los procesos cognitivos					
	1 Recordar	2 Comprender	3 Aplicar	4 Analizar	5 Evaluar	6 Crear
1 Conocimiento						
2 Conocimiento			X			
3 Conocimiento Procedimental			X			
4 Conocimiento Metacognitivo						

*Nota.* Fuente: Anderson, et al. (2001). La tabla muestra un ejemplo de interacción entre la dimensión del proceso cognitivo Aplicar, con las dimensiones del conocimiento conceptual y procedimental para generar una actividad de aprendizaje

Esta matriz tiene dos componentes. En el eje horizontal se ubican los cuatro tipos de conocimiento: las dimensiones *Factual*, *Conceptual*, *Procedimental* y *Metacognitiva* que representan, respectivamente al:

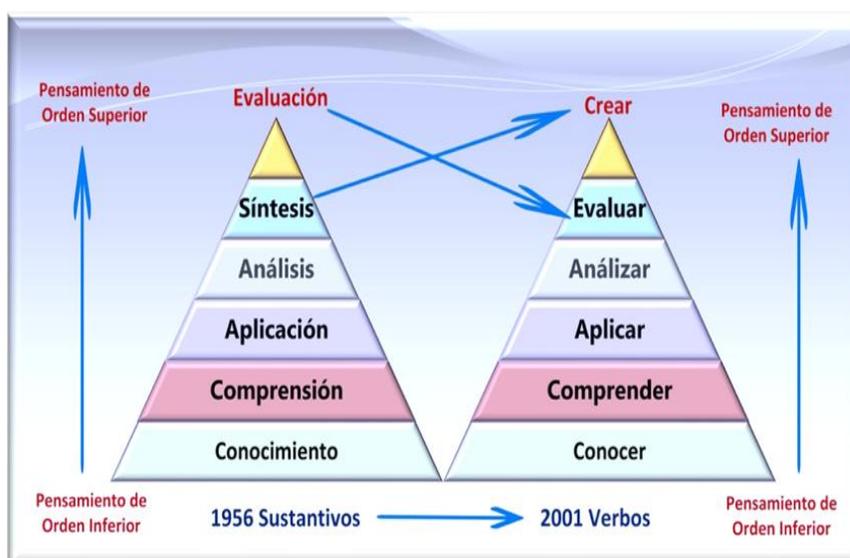
- *Conocimiento fáctico*: está vinculado al conocimiento elemental, necesario para que el estudiante resuelva problemas en situaciones particulares.
- *Conocimiento conceptual*: se refiere a la interrelación de conceptos básicos, aplicados en un escenario que requiere el conocimiento de una estructura básica esté definida y vinculada para para resolver un problema determinado.
- *Conocimiento procedimental*: describe la manera como se resolverá un problema determinado, utilizando técnicas, métodos, criterios y algoritmos apropiados.
- *Conocimiento metacognitivo*: implica la conciencia y reflexión de cómo aprendemos, además de reconocer cuán amplia y profunda es la adquisición de conocimientos de un contenido específico. En esta etapa se espera que se aplique la colaboración interdisciplinaria y transdisciplinaria en el desarrollo de soluciones a problemas. Se requiere también que el estudiante mantenga una conciencia autorregulada para gestionar su aprendizaje (Anderson, et al., 2001).

Quienes participamos en esta experiencia educativa consideramos que el aprendizaje no sólo es una progresión de verbos que denotan el proceso del nivel cognitivo utilizado para generar un aprendizaje. Requiere también relacionarlos con las dimensiones de ese conocimiento. En este contexto, la matriz de Anderson et al. (2001) representada por la Tabla 1, se usa para generar la interacción entre las dimensiones clave del aprendizaje: la dimensión gradual de los procesos cognitivos representados por los verbos y el proceso gradual de la dimensión del conocimiento.

Siguiendo la descripción de la matriz de la Tabla 1, en el eje vertical y en secuencia transversal se dispone de los seis procesos cognitivos actualizados, representados por verbos en su forma verbal infinitivo, que denota la acción: estos procesos corresponden a las etapas por las que un estudiante avanza mientras aprende, desde la simple memorización hasta la creación de una idea, el diseño y creación de un proceso o servicio, basado en lo aprendido de manera progresiva. La Tabla 1 ofrece al docente 24 alternativas para usar verbos asociados a una acción pedagógica expresada como *resultados de aprendizaje*, en diferentes dimensiones del conocimiento y con diferentes procesos cognitivos, seleccionados conforme la meta de aprendizaje esperado. Por ejemplo, la combinación de la *dimensión cognitiva* evaluar, con la intersección de las *dimensiones del conocimiento conceptual y procedimental*, permite planear una actividad didáctica para *Aplicar* el procedimiento de la *prueba de hipótesis*, en la evaluación estadística de un proceso o servicio.

En el mismo sentido, la Figura 1 muestra de manera gráfica la actualización de la taxonomía y la forma en que progresa la construcción del conocimiento. Desde la acción cognitiva “*recordar*”, los estudiantes avanzan a “*comprender*”; esto significa que transforman lo que escuchan o leen el conocimiento con significado personal. El siguiente paso es “*aplicar*”: en este nivel ponen en práctica lo que han aprendido, tanto en situaciones ya conocidas como en nuevos desafíos. Al igual que en la Tabla 1, la Figura 1 también describe que desde el nivel “*conocer*” se transita progresivamente al nivel de orden superior “*crear*”, porque se construye el conocimiento desde la síntesis de “partes constitutivas” para explorar cómo el conocimiento encaja en un esquema mayor (Anderson, et al., 2001).

**Figura 1.** Desarrollo del conocimiento mediante procesos cognitivos



Nota: Adaptada de Anderson et al. (2001)

En el nivel “*evaluar*”, cerca de la cima de la pirámide, los estudiantes se convierten en críticos, evaluando y juzgando la información. En la cúspide, con “*crear*” alcanzan la creatividad, combinando elementos para generar nuevas ideas y proyectos, mostrando así el nivel máximo de su aprendizaje (Anderson et al., 2001). Esta fundamentación de las progresiones de aprendizaje surge desde la idea de que la taxonomía de Bloom actualizada debe utilizarse para el diseño de la instrumentación didáctica, mediante la cual el docente planea actividades de enseñanza, de aprendizaje y de evaluación, considerando siempre la construcción gradual de los *resultados de aprendizaje*, según el paradigma constructivista. Desde esta perspectiva, para la construcción de las progresiones de aprendizaje como objetivo fundamental de este trabajo, se utiliza un concepto base: el tema *función matemática* y su relación progresiva con perfiles de desempeño en asignaturas como *Ecuaciones*

diferenciales, Estadística, Gestión de la calidad y otras asignaturas de las ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada. En el presente estudio, se aplica la teoría y el diseño progresiones del aprendizaje en un programa educativo de Ingeniería Bioquímica y Química del TecNM.

Como parte final de esta sección, es importante destacar que la matriz de Anderson no pretende clasificar las acciones educativas, sino programarlas para determinar cómo responderán los estudiantes en su comportamiento durante el aprendizaje. Esta matriz se utiliza para planear las actividades de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, asegurando que adquieran las habilidades y conocimientos necesarios de manera progresiva. Esto concuerda con lo señalado por Bloom y colaboradores en su taxonomía:

Cabe señalar que no estamos tratando de clasificar los métodos de instrucción utilizados, las formas en que los maestros se relacionan con los estudiantes o los diferentes tipos de materiales de instrucción que utilizan. No estamos intentando clasificar el tema o contenido en particular. Lo que estamos clasificando es el comportamiento previsto de los estudiantes, las formas en que los individuos deben actuar, pensar o sentir como resultado de participar en alguna unidad de instrucción (Bloom et al., 1956, p. 12).

### **Progresiones, Retroalimentación y Evaluación Formativa en Educación Superior**

La relevancia de la taxonomía de Bloom, actualizada por Anderson et al. (2021) aplicada a las progresiones del aprendizaje, tiene especial aplicación en las estrategias didácticas y sus procesos de evaluación. En este contexto, Heritage (2007) afirma que las progresiones de aprendizaje sirven para planificar la acción educativa y especialmente la evaluación formativa. Señala que por su propia naturaleza, el aprendizaje implica progresión, es decir, una secuencia didáctica de cómo se construye el aprendizaje. Les llama mapas de progreso ya que proporcionan una descripción del desarrollo de habilidades y adquisición del conocimiento, en la secuencia que normalmente se desarrollan. En sus trabajos sobre cómo los estudiantes de nivel básico construyen el aprendizaje, la autora concuerda con Stevens et al. (2013) al considerar que las progresiones *“representan no sólo cómo se desarrolla el conocimiento y la comprensión, sino que también predicen cómo se construye el conocimiento a lo largo del tiempo”* (p. 2). Con Popham (2007), está de acuerdo en que las PA son bloques de conocimiento en construcción a base de habilidades que mejoran el desempeño. De acuerdo con lo expuesto, en el desarrollo de progresiones, es necesario

considerar la retroalimentación durante el proceso de aprendizaje usando los principios de evaluación formativa. Este tipo de evaluación es útil porque:

- Los maestros realizan ajustes en la enseñanza y el aprendizaje en respuesta a la evidencia de la evaluación;
- Los estudiantes reciben retroalimentación sobre su aprendizaje con consejos sobre lo que pueden hacer para mejorar y
- Se promueve la participación de los estudiantes en el proceso, a través de la autoevaluación (Heritage (2007, p. 2).

La autora destaca también que una de las funciones más importantes de la evaluación formativa es que ayuda a los estudiantes a identificar las fortalezas y debilidades de su aprendizaje. Al proporcionarles retroalimentación específica y relevante, pueden entender mejor lo que están aprendiendo, lo que deben mejorar y cómo pueden avanzar en su aprendizaje.

### **Progresiones del Aprendizaje en Educación Media Superior y Superior**

Una vez analizada la relevancia de las progresiones en el proceso de aprendizaje, se aborda cómo se aplica en diversos niveles educativos. En 2019 entró en curso una actualización de los planes de estudio en el nivel básico, integrando las revisiones a nivel de primaria, secundaria y bachillerato (SEP, 2019). Los cambios de esta actualización curricular trascienden en la formación de bachilleres como insumo a la educación superior. Las progresiones de aprendizaje se usan en el Nuevo Marco Curricular del Nivel Medio Superior (NMCNMS) para establecer una secuencia lógica y coherente de los aprendizajes logrados en su formación profesional. Esto facilita la planificación curricular, el diseño de actividades de enseñanza y la evaluación del aprendizaje. Además, las PA construidas a partir de recursos sociocognitivos establecidos en el Capítulo 9 del acuerdo DOF 17/08/22, permiten a profesores y estudiantes crear un compromiso compartido en la forma de interpretar a los objetivos de aprendizaje y los estándares de desempeño. Los recursos sociocognitivos se definen de la siguiente manera:

Son aprendizajes articuladores, comunes a todos los niveles de la educación media superior, y se constituyen por los elementos esenciales de la lengua y comunicación, el pensamiento matemático, la conciencia histórica y la cultura digital, para la construcción del conocimiento y la experiencia en las ciencias sociales, ciencias naturales,

experimentales y tecnología, y las humanidades. Desempeñan un papel transversal en el currículum para lograr aprendizajes de trayectoria (DOF, 2022).

En este contexto, ya que el concepto de *función matemática* está asociado a la resolución de problemas, el pensamiento matemático requiere del análisis y la síntesis, el razonamiento lógico, la comunicación y la colaboración para generar estrategias de resolución de problemas que involucren el uso de procesos aritméticos, algebraicos, trigonométricos o geométricos. Cuando todo esto se integra en la solución exitosa al problema en cuestión, se desarrolla en los estudiantes una conciencia autorregulada sobre su proceso de aprender, lo que le confiere confianza en su capacidad de aplicar el conocimiento adquirido.

En el MCCNMS, la progresión del pensamiento matemático se sustenta en la idea de transversalidad, que denota al “*enfoque de alta interacción entre áreas de conocimiento, recursos sociocognitivos y recursos socioemocionales del MCCEMS*” (SEP, 2022b, p. 30). Incluye implícitamente la idea de intradisciplina, interdisciplina y transdisciplina. La *intradisciplina* hace referencia a la congruencia entre la comprensión y aplicación coherente de los procesos matemáticos para resolver un problema específico, lo que contribuye al desarrollo del pensamiento abstracto – matemático. Por su parte, la *interdisciplina* integra el pensamiento matemático con otras áreas de conocimiento. Es muy útil para el enfoque de la educación STEAM, en sus siglas en inglés y que significan fortalecer la *ciencia*, la *tecnología*, la *ingeniería*, el *arte* y las *matemáticas*. En contraparte, la *transdisciplina* no se refiere exclusivamente a la integración de diversas disciplinas, sino que la agrupación e interacción entre disciplinas tiene como objeto resolver problemas en el ámbito social, cultural y ambiental, fomentando la capacidad de construir un aprendizaje contextualizado y adaptativo (SEP, 2022a).

Por otro lado, en el ámbito de la educación superior, la Universidad Nacional Autónoma de México publica con frecuencia artículos de investigación sobre progresiones de aprendizaje para abordar la enseñanza de diversos temas de química inorgánica, química orgánica y biología, entre otras (Gallardo y Merino, 2022; Hernández et al., 2024; Stevens et al., 2013 y Talanquer, 2013). Al abordar las perspectivas teóricas de sus estudios en asignaturas de CB, los autores mexicanos y latinoamericanos coinciden en que es importante valorar la relación interconectada de temas teóricos con la experiencia práctica, tal como la concepción de sustancia, Marzábal et al. (2024) o la idea desarrollada por Candela y Cataño (2019) que integra la naturaleza de la materia y su relación con la estequiometría. En el

mismo contexto de enseñanza de la química, Hernández et al. (2024) utilizan una secuencia didáctica en la determinación química de la cantidad presente de almidón en un alimento, lo que permite a los estudiantes manifestar estándares adecuados de desempeño, como *el saber y saber hacer*. Por su parte, Stevens et al. (2013) refieren que las progresiones de aprendizaje constituyen un marco para potenciar “*ideas viejas*”, tal como el aprendizaje significativo de Ausubel, el cual considera el conocimiento previo y la habilidad del estudiante para relacionar activamente el nuevo conocimiento (Ausubel et al., 2001).

Es necesario afirmar que las progresiones de aprendizaje están siendo muy utilizadas en ciencias básicas, tanto en México como en América Latina, lo cual cuestiona la eficacia de un diseño curricular centrado en la fragmentación del conocimiento y basado en asignaturas agrupadas por semestre, que si no se integran en mapas progresivos de aprendizaje, transversales e interdependientes, fraccionan y limitan la adquisición de conocimientos y habilidades integrales. Existen reportes previos de investigación en CB utilizando progresiones. En *Química*, Candela y Cataño (2019) trabajan con el tema de estequiometría. En *Física*, Giordano (2021) las utiliza para desarrollar los conceptos básicos y su relación con astronomía. En *Matemáticas*, Cárcamo et al. (2023) las aplican para enseñar sistemas de ecuaciones lineales con infinitas soluciones. Estos autores coinciden en que las progresiones ofrecen una construcción gradual del conocimiento y que se pueden extender a otras asignaturas, fomentando una actitud positiva hacia las ciencias básicas.

En esta revisión abreviada sobre el estudio de las progresiones de aprendizaje en educación superior, se subraya la aplicación de las progresiones en la institución educativa perteneciente al TecNM, para vincularlas al desarrollo de mapas de competencias, como forma de evidenciar el cumplimiento de un indicador de calidad. En este contexto Galicia et al. (2022) señalan la forma en cómo debe ser evidenciado este marco o mapas de competencias, utilizando las cédulas 3.3.2, la 4.2.1a y la 4.2.1b para cada asignatura del plan de estudios. En el proceso de autoevaluación, Barrera y Nieto (2021) refieren que los niveles de desempeño por cada atributo de egreso se somete a la verificación de indicadores, como un proceso de evaluación externa con fines de acreditación. Por su parte, en la actualización del proceso de evaluación, Loría et al. afirman que “los atributos de egreso deben abarcar todos los componentes de conocimiento, habilidades y actitudes necesarios para lograr los objetivos educativos del programa educativo” Loría, et al. (2025, p. 22).

La aplicación de la matriz de Anderson et al. en el desarrollo de progresiones de aprendizaje previstos en el objetivo dos de este trabajo, permite afirmar que la construcción

gradual de esquemas de conocimiento facilita la personalización de las estrategias de enseñanza y de aprendizaje, las cuales están centradas en los estudiantes, con retroalimentación en *función de los resultados de aprendizaje*, antes que en el desarrollo del contenido, al mismo tiempo que se favorece la evaluación formativa y la retroalimentación. Además, las progresiones permiten integrar conocimientos teóricos y prácticos relacionados con el perfil de egreso y no basados en los temas de la asignatura. Esto beneficia una alineación coherente entre la competencia por desarrollar y las actividades de enseñanza, promoviendo en los estudiantes la participación en las actividades de aprendizaje (Marzábal, et al., 2024).

### Mapas de Competencias

En relación con las progresiones del aprendizaje, el diseño de mapas de competencias constituye una estrategia de colaboración entre docentes especialistas de un tema, para diseñar la instrumentación didáctica que promueva el logro de aspectos específicos del perfil de egreso. Para el CACEI, las competencias profesionales contribuyen a desarrollar el perfil profesional del egresado. Las progresiones del aprendizaje *“refieren a los niveles de logro de los indicadores expresadas en etapas necesarias para lograr los atributos y aprendizaje complejos”* (Barrera y Nieto, 2021, p. 25). Esto está asociado a la evaluación formativa y no sólo sumativa. En el modelo educativo del TecNM se contempla la retroalimentación que deben considerar los profesores y los estudiantes, como una especie de brecha que define el rendimiento académico en un momento particular del proceso de enseñanza – aprendizaje, y el resultado final. Esto conduce a que el docente, desde la evaluación formativa, realice un plan de acción para evaluar los resultados de aprendizaje, respecto a lo planeado inicialmente. Cuando este proceso al interior de una asignatura se extiende a varias asignaturas transversales, se genera un *“mapa de competencias”*, lo cual contribuye al análisis del mapeo curricular que requiere el CACEI para fundamentar y evidenciar las progresiones de aprendizaje. Con base a lo expresado en esta sección, finalmente se puede afirmar que a partir de las PA, existe correspondencia entre las demandas de organismos acreditadores, entre la formación de los niveles de educación media superior con la educación superior, por la forma en que se concibe el desarrollo de competencias profesionales y por la estructura didáctica en que se programan las actividades de aprendizaje, tomando en cuenta la evaluación formativa y la retroalimentación. Estos dos elementos son importantes en la creación de PA

orientadas a que el estudiante sea formado conforme a desempeños deseables y no principalmente con base a contenidos.

## Materiales y Métodos

El objetivo principal de este estudio fue desarrollar una metodología para identificar y construir progresiones de aprendizaje que contribuyan al desarrollo de competencias profesionales en un programa académico de ingeniería, mismas que configuran el perfil de egreso. Para implementar de manera efectiva las progresiones de aprendizaje, se desarrolló una metodología en cuatro fases interdependientes: El análisis de contenido, el diseño, construcción y aplicación.

1. Análisis de contenido: Se realizó un análisis exhaustivo de los contenidos y habilidades que los estudiantes deben adquirir en disciplinas específicas con el tema “*funciones matemáticas*”, en las ciencias básicas y su relación transversal con asignaturas de ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada. Este análisis permitió identificar los conocimientos y habilidades esenciales para el desarrollo integral de las competencias profesionales.
2. Diseño de progresiones de aprendizaje: Se diseñaron progresiones de aprendizaje basadas en la taxonomía de Bloom, revisada por Anderson y colaboradores. Estas se estructuraron en secuencias planificadas que permiten la adquisición gradual de conocimientos y habilidades, desde niveles cognitivos inferiores hasta niveles superiores. Se utilizaron verbos activos para describir las acciones de aprendizaje en cada nivel, facilitando la comprensión y aplicación de la matriz de Anderson.
3. Construcción de mapas de competencias: Se construyeron mapas de competencias que integran las progresiones de aprendizaje con las competencias profesionales del programa educativo. Estos mapas se utilizaron para diseñar estrategias didácticas que guíen a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, asegurando que adquieran las habilidades y conocimientos necesarios de manera progresiva.
4. Aplicación práctica: Se presentaron ejemplos transversales de progresiones de aprendizaje con el tema “*funciones*” de la asignatura de *Cálculo diferencial*, vinculándolas con asignaturas como *Estadística*, *Gestión de calidad*, y en temas de balance de materia y algunas operaciones unitarias.

Estas etapas están interconectadas porque el análisis de contenido en las asignaturas de un plan de estudios orienta el diseño de las progresiones para a través de ella construir

mapas de competencias para enriquecer la práctica docente. Además, esta metodología se fundamenta en la idea de que el aprendizaje se concibe como un proceso continuo, en el cual los estudiantes avanzan en la comprensión de contenidos interrelacionados en el currículo. Aquí, la matriz de Anderson et al. (2001) se utiliza para diseñar diversas estrategias didácticas que guíen a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, asegurando que adquieran las habilidades y conocimientos necesarios de manera progresiva.

## Resultados

Los contenidos de las ciencias básicas son la base conceptual y operativa de muchos procesos de las ciencias de la ingeniería y la ingeniería aplicada. Con independencia del desarrollo del perfil de egreso, ya sea basado en objetivos educacionales, a través del desarrollo de competencias profesionales o mediante el diseño de progresiones de aprendizaje, las tres perspectivas son ladrillos estructurales para construir las competencias profesionales. A continuación se presentan los resultados de esta experiencia educativa, según los objetivos planteados en la investigación, tanto en desarrollar PA al interior de una asignatura, como en interacción con otras del plan de estudios. Además, con la aplicación de la metodología descrita, se muestra un mapa de competencias para el contenido *prueba de hipótesis*, que evidencia la progresión de esos aprendizajes.

### **Objetivo uno: Metodología para construir progresiones de aprendizaje**

La metodología que se desarrolló para la consecución del primer objetivo, tendiente a construir progresiones de aprendizaje, las cuales contribuyen al logro de las competencias profesionales, es la siguiente:

1. Análisis de contenido por asignaturas: Esta actividad establece la relación de contenidos de las asignaturas del programa educativo con las competencias profesionales referenciadas en el perfil de egreso de un programa educativo, siguiendo una clasificación de categorías y subcategorías, como unidades textuales sin establecer codificación, dado que los temas y subtemas en las asignaturas de un plan de estudios ya están predefinidas (Riba, 2017). Con esta información se pueden requisitar las cédulas 4.2.1, 4.2.1b y 4.2.1c que esencialmente son mapas de competencias profesionales para soportar el perfil de egreso. Cabe resaltar que en su llenado se debe especificar tanto la valoración del logro de los resultados de

- aprendizaje, la justificación y la meta a obtener en cada asignatura o unidad de aprendizaje (Loría, et al., 2025).
2. Redactar la competencia. Se realiza al interior de una asignatura, considerando que esta involucre una competencia específica como atributo de egreso. En su redacción se utiliza la metodología de Pimienta (2012) que presenta un verbo en su forma *Indicativo*, después un *Objeto* (idea, proceso o servicio), seguido de un *para qué* y, finalmente, su contexto, o *nivel de desempeño* en el que se desarrolla la competencia.
  3. Construcción de la progresión con un concepto integrador. Este proceso se realiza al interior de una asignatura y su relación con otras del plan de estudios, a través del análisis de contenido en bibliografía especializada. Se seleccionó como ejemplo el concepto de “*función matemática*”. Cabe mencionar que el análisis de contenido en los temas de la asignatura debe considerar que el concepto integrador cumpla con la idea de *esencial*, *suficiente* y *relevante* para fundamentar teóricamente la formación de la competencia profesional. Esto ayuda a que docentes y estudiantes centren su atención en el desarrollo de la competencia y no en el desarrollo conceptual de contenidos, que por lo general son excesivos y la mayoría desvinculados del perfil de egreso.
  4. Diseño de la matriz de Anderson. Aquí se precisa determinar la interacción entre las dimensiones del conocimiento y la dimensión de los procesos cognitivos (Anderson et al., 2001). La selección de la matriz de Anderson responde a su capacidad para describir con claridad el tránsito entre niveles cognitivos en el aprendizaje secuencial de conceptos y procedimientos técnicos. Esta etapa es importante porque determina la acción pedagógica de la intención y su instrumentación didáctica. Es el medio para concretar el desarrollo de la progresión del aprendizaje al interior de una asignatura, para luego relacionarla con otras del plan de estudio. Esto hace posible la construcción de los mapas de competencias.
  5. Realizar el mapa de competencias: Establecer estrategias y recomendaciones para que los docentes de las diferentes áreas académicas construyan mapas de competencias e informen a los estudiantes sobre cómo se desarrolla la formación académica y las estrategias de evaluación, de tal forma que se cumpla con la adquisición de las competencias y habilidades que se refieren en el perfil de egreso. En la sección relacionada al logro del tercer objetivo se presenta un ejemplo con el tema de prueba de hipótesis.

6. Evaluar el nivel de logro del desempeño académico. Aquí se requiere operacionalizar esta variable de estudio asociada al logro del aprendizaje autorregulado. Si bien al desarrollar la etapa anterior cumplimos con el primer requisito, que es la definición de lo que queremos medir (el logro del mapa de competencias), se requiere también especificar cómo se evaluará la variable “logro de la competencia” (Creswell, 2012). Es decir, plantear si existe relación entre el desarrollo de mapas de competencias profesionales, con el desempeño adecuado del aprendizaje y logro de la competencia del perfil de egreso.
7. Diseñar instrumentos de evaluación para medir la satisfacción. Se evalúan con estudiantes a través de la medición de índices psicométricos, principalmente el índice de consistencia interna, con el Alfa de Cronbach, la validez de contenido, de validez de constructo y validez de criterio mediante un análisis factorial confirmatorio, con las cuales es posible hacer inferencias válidas sobre el desempeño de los estudiantes.

### **Objetivo dos: Aplicación de la Matriz de Anderson**

Una vez descrita la aplicación de la matriz de Anderson, se detalla su implementación específica con el tema *funciones*. Se seleccionó el tema *funciones* de la asignatura *Cálculo diferencial* para realizar el análisis de contenido sobre la relación que tiene este tema con otras asignaturas del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química y Bioquímica, para evaluar la competencia “*diseñar y operar proyectos de investigación*” y “*capacidad de resolver problemas*”. Debido a limitaciones de espacio sólo se presenta el caso desarrollado para el tema *prueba de hipótesis*, donde la *Función F de Fisher* conecta a la evaluación estadística de un proceso o servicio mediante el análisis de varianza. Esta competencia se definió así:

Interpreta y formula la estrategia de resolución de problemas complejos de ingeniería, para mejorar e innovar procesos de manufactura y/o prestación de servicios, aplicando capacidades desarrolladas en las ciencias básicas, ciencias de la ingeniería, ingeniería aplicada y sistemas de gestión de la calidad

La Tabla 2 muestra varias progresiones de aprendizaje para ilustrar cómo se resuelve un análisis de varianza y el proceso del contraste de hipótesis, siguiendo diversas progresiones de aprendizaje en una secuencia didáctica usando la matriz de Anderson et al. (2001).

**Tabla 2.** Progresiones de aprendizaje con la variable medidas antropométricas

Dimensión del	Dimensión de los procesos cognitivos para el tema varianza y su prueba de hipótesis					
	Recordar	Comprender	Aplicar	Analizar	Evaluar	Crear
Fáctico	Comprende medidas descriptivas y su representación gráfica	Interpreta las medidas antropométricas	Utiliza las medidas antropométricas	Compara las medidas antropométricas	Valora el análisis de varianza en medidas	Diseña nuevas técnicas de medición para evitar errores
Conceptual	Define la Función de distribución de probabilidad y los tipos de errores	Explica el papel de la función de distribución	Usa la distribución de probabilidad Normal y de Fisher	Analiza las probabilidades y calcula el “valor p” en la distribución	Evalúa las consecuencias de errores en la medición de la variable	Crea estrategias para evitar errores en la medición
Procedimental	Describe el procedimiento de una prueba de hipótesis	Interpreta el proceso metodológico de realizar una prueba de hipótesis	Aplica una prueba de hipótesis	Estructura y diferencia los pasos de una prueba de hipótesis	Evalúa la efectividad de una prueba de hipótesis	Crea una recomendación a base de la conclusión de la prueba
Metacognitivo	Conceptualiza la interpretación de errores Tipo I y Tipo II	Comprende la importancia de la interpretación de errores Tipo I y Tipo II	Utiliza los errores Tipo I y Tipo II para describir un proceso	Analiza los efectos de errores Tipo I y Tipo II y sus consecuencias	Evalúa las implicaciones de los errores Tipo I y Tipo II	Crea la conclusión e interpretación del análisis de varianza Diseña estrategias de autorregulación del proceso para evitar errores

Nota: Elaboración propia

Las seis intervenciones didácticas resaltadas en la tabla para construir progresiones a base de resultados de aprendizaje, proporcionan en su conjunto varias series de progresiones de aprendizaje al interior de las asignaturas de *Estadística* y de *Análisis de datos experimentales*, que van desde la comprensión de conceptos de estadística descriptiva, función de distribución de probabilidad de Fisher, el análisis de varianza, prueba de hipótesis, tipos de errores, hasta la redacción de la conclusión e interpretación de resultados. El cruce en la Tabla 2 entre las dimensiones *Metacognitivo* y *Crear* permite mejorar el proceso de la medición de la variable “medidas antropométricas”, que se pone como ejemplo, pero esta

metodología es útil para cualquier proceso de medición de otra variable. Esta progresión global *es una forma de abordar el aprendizaje del análisis de varianza y la prueba de hipótesis*. El profesor puede utilizar combinaciones diferentes de procesos cognitivos y dimensiones del conocimiento para construir su estrategia didáctica y dirigir el comportamiento del estudiante en el logro de la competencia. Además, debe precisarse que este proceso no es una secuencia lineal, sino sistémica. Por ejemplo, se pueden diseñar las actividades de aprendizaje tomando otra interacción entre las dimensiones de la tabla: el proceso cognitivo de *Analizar* y su relación con las dimensiones *Procedimental* y *Metacognitivo*, construyendo acciones educativas diferentes para alcanzar un aprendizaje más integral del análisis de varianza y la prueba de hipótesis. Estos resultados evidencian la relevancia del concepto de funciones matemáticas como eje articulador de aprendizajes transversales en asignaturas de ciencias básicas y aplicadas.

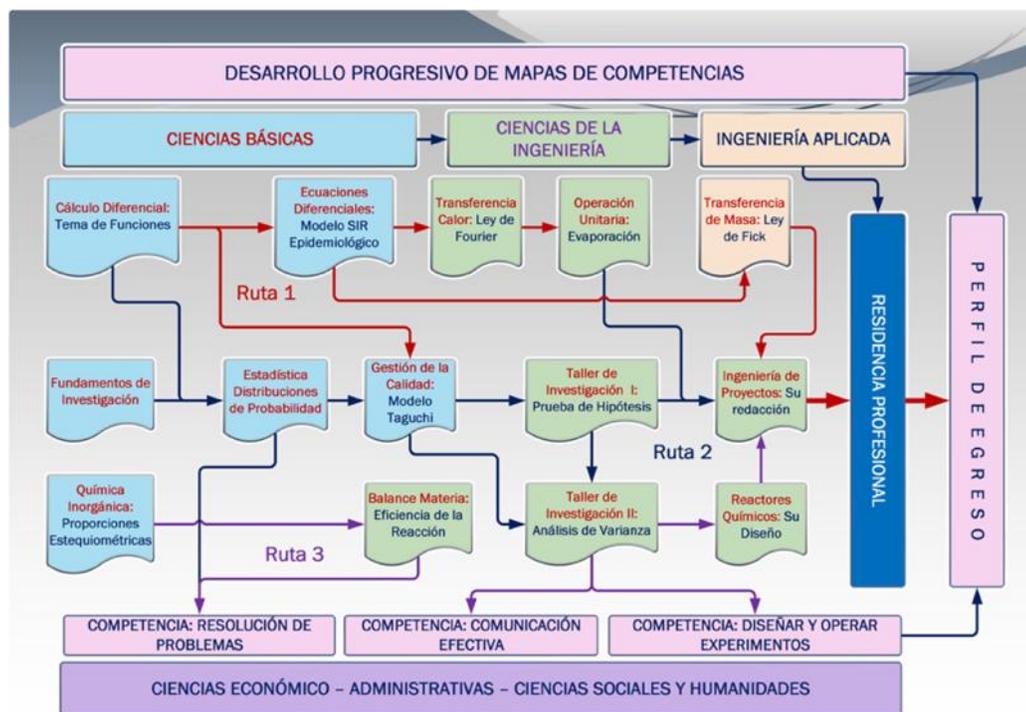
### **Objetivo tres: Progresiones de Aprendizaje y Construcción del Mapa de Competencias**

Al aplicar el tema *función matemática* y realizar el análisis de contenido al interior de otras asignaturas de CB, se encontraron varias funciones matemáticas que describen y explican procesos de ingeniería, ciencias de la salud y ciencias económico – administrativas. Analicemos sólo dos ejemplos: la función exponencial y la función racional. En ecuaciones diferenciales, al aplicarlas en epidemiología, el profesor administra estas funciones para que los estudiantes adquieren un entendimiento puntual de sus propiedades, lo que les permite interpretar la representación gráfica y sus elementos del *modelo exponencial*. Posteriormente, con el modelo de tasa de cambio de la población susceptible de contagio, en el modelo *SIR epidemiológico*, se analiza la interacción entre las poblaciones de susceptibles e infectados para describir la tasa de cambio de la población susceptible (Rodríguez-Villamar, 2017).

En el segundo ejemplo, las progresiones de aprendizaje construidas con la función racional, que involucra *una fracción* en el modelo matemático, contribuyen al desarrollo de competencias del perfil de egreso, específicamente para el diseño de reactores químicos y bioquímicos. Al inicio de esta progresión, los estudiantes comprenden las propiedades de esta función y su representación gráfica. Posteriormente, describen y comprenden su aplicación en la ecuación de Michaelis-Menten. Finalmente, aplican la función no lineal del modelo Michaelis-Menten para el diseño de reactores con catálisis enzimática, integrando teoría y práctica. La Figura 2 muestra de manera general tres rutas de mapas de competencias

construidas con el tema *función matemática*, misma que tiene aplicación en diversas asignaturas y que pueden replicarse a través del análisis de contenido en otros planes de estudio. Lo mismo puede realizar con otro contenido integrador.

**Figura 2.** Mapas de competencias con el tema funciones matemáticas



Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el estudio

Las progresiones de aprendizaje mostradas en la Figura 2, y su integración a mapas de competencias incluidas en el desempeño del perfil de egreso de las carreras de Ingeniería Química y Bioquímica, son esenciales para el desarrollo de las competencias profesionales. En la Ruta 2 mostrada en la imagen, partiendo de la la función cuadrática, esta secuencia gradual de adquisición de conocimientos se aplica a la función *pérdida de calidad* de Taguchi, según lo señalan Gutiérrez y De la Vara (2008): *como un contenido asociado a los procesos de gestión y aseguramiento de la calidad*. En el plan de estudios de Ingeniería Química, la materia de *Cálculo diferencial* se enseña en el primer semestre y la asignatura *Gestión de calidad*, en el tercer semestre.

La Tabla 3 proporciona una síntesis más detallada y específica para describir y explicar las rutas de aprendizaje mostradas en la Figura 2, producto del análisis de contenido del tema *funciones* en diversas asignaturas de CB, ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada.

**Tabla 3.** Progresiones de aprendizaje para la construcción de mapas de competencias

Análisis de Contenido del tipo de función	Descripción de las progresiones de aprendizaje	Aplicación de las progresiones en el diseño de mapas de competencias en diversas áreas académicas
Función exponencial y el modelo de crecimiento microbiano	<p>Comprende las propiedades de la función exponencial. Analiza el gráfico de la función exponencial.</p> <p>Describe e interpreta el modelo de crecimiento y decaimiento microbiano</p> <p>Desarrolla soluciones de ecuaciones diferenciales simples con la función exponencial. Analiza las funciones de distribución de probabilidad Normal y Normal estándar</p> <p>Aplica a la fase inicial del modelo SIR epidemiológico.</p>	<p>En la Ruta 2, esta progresión se fundamenta en la comprensión de las propiedades de la función exponencial en <i>cálculo diferencial</i>, en Ecuaciones diferenciales y su aplicación en problemas de ingeniería aplicada. Al comprender las propiedades matemáticas de esta función, permite a los estudiantes interpretar modelos de crecimiento y decaimiento microbiano, desarrollando habilidades para resolver ecuaciones diferenciales simples. Se aplica también a las distribuciones de probabilidad Normal y Normal Estándar, y a la descomposición térmica en reactores continuos, con un estudio de caso específico sobre el dióxido de nitrógeno, integrando teoría y práctica.</p>
Función lineal: Ley de Fick y de Fourier	<p>Comprende las propiedades de la función lineal. Realiza la representación gráfica y cálculo del modelo lineal.</p> <p>Caracteriza los modelos de correlación y regresión lineal simple y múltiple.</p> <p>Aplicación en la ley de difusión de Fick para transporte de masa y Ley de Fourier, para la transferencia de calor.</p>	<p>La Ruta 1 inicia con la comprensión e interpretación de la función lineal, para calcular modelos lineales que describen procesos de ingeniería. El <i>cálculo diferencial</i> se enfoca en la caracterización de modelos de correlación y regresión lineal simple y múltiple, aplicando estos conocimientos a la Ley de Difusión de Fick para el transporte de masa y a la Ley de Fourier para la transferencia de calor.</p>
Función no lineal	<p>Comprende las propiedades de una función no lineal.</p> <p>Interpreta el gráfico de una función no lineal.</p> <p>Analiza la interacción entre las poblaciones de susceptibles e infectados para describir la tasa de cambio de la población susceptible.</p>	<p>En la Ruta 1, el modelo SIR epidemiológico y las ecuaciones diferenciales, los estudiantes analizan la interacción entre las poblaciones de <i>susceptibles e infectados</i> para describir la tasa de cambio de la población susceptible. También comparan los modelos de funciones exponencial y no lineal para visualizar la tasa de cambio de la población susceptible de contagio, integrando teoría y práctica.</p>
Funciones racionales	<p>Comprende las propiedades de la función racional. Analiza el</p>	<p>En la Ruta 3, esta PA conecta a las asignaturas de <i>Cálculo diferencial</i> y</p>

Análisis de Contenido del tipo de función	Descripción de las progresiones de aprendizaje	Aplicación de las progresiones en el diseño de mapas de competencias en diversas áreas académicas
	gráfico de la función racional y describe y comprende la aplicación de una función racional en la ecuación de Michaelis-Menten, para evaluar la catálisis enzimática y el diseño de reactores.	contenidos de reactores químicos y la residencia profesional. Posteriormente, describen y comprenden la aplicación de una función racional en la ecuación de Michaelis-Menten, misma que es útil para evaluar la catálisis enzimática.
Funciones de densidad de probabilidad	Diferencia el tipo de función que describen las distribuciones de probabilidad para variables discretas y continuas. Comprende la utilidad del modelo de distribución de probabilidad y su método de cálculo de probabilidades. Calcula la estimación de intervalos para establecer inferencias del comportamiento de la variable aleatoria. Diseña y comprende la prueba de hipótesis de las distribuciones de probabilidad de “ <i>t</i> ” de Student y “ <i>F</i> ” de Fisher.	También en la Ruta 2, el aprendizaje comienza diferenciando el tipo de función que describen las distribuciones de probabilidad para variables discretas y continuas. A continuación, calculan la estimación de intervalos para establecer inferencias sobre el comportamiento de la variable aleatoria, aprendizaje que es clave para la toma de decisiones basadas en experiencia empírica. Un ejemplo la prueba de hipótesis “ <i>t</i> ” de Student y la “ <i>F</i> ” de Fisher, para evaluar el comportamiento de un diseño experimental asociado a estas distribuciones.

*Nota:* Elaboración propia, derivada del análisis de contenido en la bibliografía de las asignaturas

Sin duda existen más progresiones de aprendizaje que pueden construirse e integrarse en rutas de aprendizaje con el tema *funciones matemáticas*. Los resultados aquí presentados son la experiencia de profesores que impartimos *Cálculo diferencial, Estadística, Gestión de calidad y Talleres de investigación*. La ampliación del trabajo colaborativo de profesores que impartan otras asignaturas, tales como *Álgebra lineal, Ecuaciones diferenciales, Programación y Métodos numéricos*, entre otras, puede ampliar los ejemplos de mapas de progreso de aprendizaje, lo cual constituye una mejor atención en el desarrollo de las competencias profesionales.

## Discusión

La metodología desarrollada en este estudio para construir progresiones de aprendizaje para la construcción de mapas de competencias puede servir de referencia para el diseño curricular y la evaluación de las competencias, usando instrumentos estandarizados. Además, con los ejemplos de progresiones presentados se puede mejorar la función docente y se muestra que estas progresiones rebasan de manera positiva el requerimiento del CACEI, el cual requiere que se compruebe la manera en cómo se logran las competencias de egreso en el desarrollo curricular de un plan de estudios. En realidad lo que requiere el organismo acreditador, es sólo consignar en una tabla de Excel la aportación que hace cada asignatura o unidad de aprendizaje a los atributos mínimos de egreso, así como una matriz de relación entre ellos y sus indicadores de cumplimiento.

Al desarrollar las progresiones de aprendizaje con la metodología propuesta al interior de una asignatura, con un concepto integrador y luego mostrar con el mapa de competencias la manera secuencial de cómo se interrelacionan varias asignaturas en torno a una competencia del perfil de egreso, no sólo se cumple con el indicador requerido por el organismo acreditador, sino que al comunicarlo al estudiante, se establece en él una concepción holista sobre cómo se construye su perfil de egreso a medida que avanza en su formación profesional, con aprendizajes relevantes y significativos. Al realizarse el análisis de contenido de los temas de las asignaturas, para seleccionar aquellos que sean suficientes y pertinentes, se puede estructurar la función docente con base a los desempeños futuros del estudiante, inscritos en el perfil de egreso, en lugar de programarla a base de contenidos. Esto representa el reto de un cambio radical en el diseño curricular basado en asignaturas con exceso de contenido. Sobre este aspecto, Einstein en 1980 afirmaba:

Para que exista una educación válida, es necesario que se desarrolle el pensamiento crítico e independiente de los jóvenes, un desarrollo puesto en peligro continuo por el exceso de materias (sistema puntual). Este exceso conduce necesariamente a la superficialidad y a la falta de cultura verdadera. La enseñanza debe ser tal que pueda recibirse como el mejor regalo y no como una amarga obligación (Einstein, 1980, p. 26).

La instrumentación didáctica, (que no es objetivo de este estudio) puede desarrollarse con esta metodología utilizando la matriz de Anderson et al. (2001) y privilegiando la evaluación formativa sobre la sumativa. Esto cumple con el modelo educativo del TecNM respecto al sistema de evaluación de las competencias profesionales. Además, concordamos con Heritage (2010) sobre la utilidad de la evaluación formativa. Esta autora afirma que este

tipo de evaluación no se concibe como la aplicación de varias evaluaciones al año, sino que se aborda *como proceso*, y no como un instrumento para realizar la evaluación integral del proceso educativo.

Las progresiones de aprendizaje desarrolladas son una muestra a partir de un concepto integrador, construido a base de desempeños profesionales, y no basado en acumulación de contenidos en asignaturas por periodo lectivo. Esto concuerda con la afirmación de Meckes y Pogré (2018) en el sentido de que las progresiones se construyen pensando en los resultados de aprendizaje, en lugar de actividades basadas en contenidos específicos. Al realizar análisis de contenido en los planes de estudio tomamos conciencia de la importancia que tiene la idea de *contenido esencial, suficiente y relevante*. Esto es así porque en general los programas de estudio tienen contenidos muy extensos desglosados por temas, subtemas y sub subtemas. Al examinar el caso de la asignatura *Cinética química* de la carrera de Ingeniería Bioquímica, (TecNM, 2016) se encuentra que contiene 42 subtemas y sub subtemas, incluidos en seis unidades temáticas. Cabe resaltar que contiene también el tema de *electroquímica*, que no guarda relación con los contenidos a desarrollar para una cinética química o bioquímica. Este exceso de contenidos rebasa la posibilidad de que se programen actividades de aprendizaje para cubrir estos contenidos en un semestre de 80 horas de formación. La implementación de progresiones permite reducir la carga de contenidos innecesarios al enfocarse en conceptos clave para el desarrollo de competencias profesionales. De este modo, se puede desarrollar una progresión de aprendizaje para la siguiente competencia específica:

Identifica la relación existente entre las biomoléculas y su función en los sistemas biológicos, analizando los fenómenos bioquímicos y su metabolismo, para aplicarlos en el aprovechamiento de recursos bióticos y en el diseño de reactores que produzcan metabolitos de interés o en el tratamiento de efluentes y residuos contaminantes.

Aunque en este estudio sólo se reportan las PA para las competencias “*diseñar y operar proyectos de investigación*” y la “*capacidad para resolver problemas*”, también se desarrollaron para la competencia *comunicación efectiva*, ya que al resolver un problema se requiere redactar conclusiones y recomendaciones para mejorar los procesos y servicios, evaluados desde la(s) variable(s) de interés en el problema analizado. Estas tres competencias deben estar unidas por la transversalidad ya que es una estrategia didáctica que vincula los perfiles de egreso del NMS con el superior (SEP, 2022c). Las progresiones para estas competencias permiten a los estudiantes avanzar de manera progresiva en su formación

académica en habilidades fundamentales para el futuro desarrollo profesional. Este vínculo común son las progresiones de aprendizaje.

## Conclusiones

Una vez logrados los objetivos planteados en este proyecto de investigación, de ellos se derivan las siguientes conclusiones, las cuales subrayan la trascendencia en la función docente y en los acuerdos de academia por integrar una metodología descrita para crear progresiones de aprendizaje, además de que se asegure el desarrollo de competencias alineadas con el perfil de egreso de un programa educativo.

Al respecto del primer objetivo, la metodología permite construir y secuenciar resultados de aprendizaje y habilidades que contribuyen al desarrollo de las competencias profesionales. Esta estructura progresiva facilita que los estudiantes adquieran competencias específicas y generales de forma gradual, impactando directamente en la coherencia de los perfiles de egreso en ingeniería. Referente al segundo objetivo, mismo que generó la aplicación de la taxonomía de Bloom con la actualización de Anderson y colaboradores en una matriz que cruza la dimensión de los niveles cognitivos y las dimensiones del conocimiento *para generar resultados de aprendizaje*, también contribuyó para constatar con precisión el logro de las competencias profesionales. La aplicación de la matriz de la Tabla 1 permite desglosar 24 alternativas de formación didáctica para planear el aprendizaje de competencias alcanzables y evaluables, lo cual es esencial para el desarrollo de competencias clave en los estudiantes. El tercer objetivo planteó la interdisciplinariedad en la construcción progresiones de aprendizaje. La aplicación del tema de *funciones*, en la asignatura de *Cálculo diferencial*, como ejemplo sobre cómo se progresa hacia el aprendizaje del tema *prueba de hipótesis en Estadística*, demuestra cómo los conceptos matemáticos pueden servir como base para la comprensión y desarrollo de habilidades en estadística e investigación. Esta interconexión facilita la integración de competencias como el diseño y operación de proyectos de investigación y la capacidad para resolver problemas, habilidades de egreso esenciales en la formación de ingenieros, lo cual es un requisito de calidad fundamental para los organismos acreditadores.

En su conjunto, estos tres objetivos delinear el diseño de un mapa de competencias como se muestra en la Tabla 3, ya que las progresiones de aprendizaje son también progresiones de competencias profesionales específicas. Tomando como base el diseño y operación de experimentos y la interpretación de resultados, así como la capacidad para resolver

problemas, le proporciona a los estudiantes la habilidad del pensamiento crítico y su contextualización, dado que la sociedad demanda de él la responsabilidad social al aplicar la investigación y la solución de problemas.

Además, con los resultados también se puede concluir que debe haber coherencia entre los contenidos secuenciales del nivel medio superior y superior, así como el grado de profundidad en el que se desarrollan en los dos niveles educativos. Para ello, es útil promover la colaboración y el intercambio de experiencias entre docentes de ambos niveles: Los docentes del NMS y del nivel superior deben colaborar y compartir experiencias para garantizar que los estudiantes tengan una transición fluida y efectiva entre los dos niveles educativos. Esto también permite la identificación de áreas de mejora y la implementación de estrategias pedagógicas efectivas.

Por otro lado, la información obtenida desde la retroalimentación de la evaluación formativa, permite realizar una evaluación institucional integral y adecuada, ya que en la medición de la satisfacción por la aplicación de las progresiones del aprendizaje, se proporcionan elementos de mejora no sólo en el aula, sino también en todo el proceso educativo. Esto requiere el diseño y la estandarización estadística de instrumentos de evaluación, que permitan realizar inferencias válidas mediante los índices psicométricos de validez de contenido, de constructo y de criterio.

Finalmente, el análisis de contenido en los planes y programas de estudio es una excelente oportunidad para la actualización y/o rediseño curricular basado en PA. Por ejemplo, en el cuarto semestre de Ingeniería Bioquímica se evidencia el exceso de contenidos a los que se enfrenta el estudiante durante su formación profesional en un semestre en particular, pues sólo en las asignaturas de *Bioquímica* y *Aseguramiento de la calidad* existen más de 100 subtemas y sub subtemas, las que se unen en requerimientos de atención en actividades de aprendizaje por parte del estudiante a las cuatro asignaturas restantes que complementan la carga académica de ese semestre: *Programación y Métodos numéricos*, y temas de electromagnetismo, balance de materia y energía y análisis instrumental. Sin duda esta situación sobrepasa las capacidades de profesores y estudiantes para gestionar el proceso de enseñanza y de aprendizaje. Este exceso de contenido puede ser mitigado mediante la aplicación de progresiones del aprendizaje, ya que permiten priorizar conceptos esenciales sobre la acumulación de información. Con base a las conclusiones anteriores, se plantean a continuación algunas líneas de investigación futuras.

## **Futuras Líneas de Investigación**

La evaluación del aprendizaje y del impacto que tienen las progresiones de aprendizaje en el desarrollo de mapas de competencias profesionales y el logro del perfil de egreso es un proceso muy importante. Por ello se considera que este trabajo impacta en diversas líneas de investigación que tratan del diseño, validación y estandarización estadística de los instrumentos de evaluación formativa y sumativa. Estos instrumentos deben contar con validez de contenido, de constructo y de criterio para asegurar la precisión y relevancia de las evaluaciones en cada nivel de la progresión. Investigar en estos temas genera instrumentos de evaluación con indicadores psicométricos que permiten hacer inferencias válidas. Por ejemplo, la validez de constructo con indicadores de medición establece congruencia con las competencias profesionales y la teoría que las sustentan. En tanto, la validez de criterio determina el grado en que los resultados de las herramientas de evaluación de una competencia, se correlacionan con indicadores externos, como el buen desempeño en las competencias desarrolladas para fundamentar el perfil profesional.

Lo anterior abre la posibilidad de generar proyectos de investigación longitudinales, en donde se aplique el método de análisis factoriales exploratorios y confirmatorios, bajo el modelo de sistemas de ecuaciones estructurales. Los objetivos de estos proyectos tratarían de cubrir la relación entre las progresiones del aprendizaje con el desarrollo de las competencias profesionales, midiendo su efectividad a través de indicadores de evaluación estandarizados, permitiendo, asimismo, el seguimiento del progreso de aprendizaje del estudiante a lo largo de su formación y proporcionando datos que respalden programas de mejora continua de los de las carreras de ingeniería.

## Referencias

- Anderson, L., Krathwohl, D., Airasian, P., Cruikshank, K., Richar Mayer, R., Pintrich, P., Raths, J. y Wittrock, M. (2001). *A taxonomy for Learning, Teaching and Assessing A Revision of Bloom´s taxonomy of educational objectives*, New York: Adison Wesley Longman, Inc.
- Ausubel, D. y Hanesian, H. (2001). *Psicología educativa*, México: Trillas.
- Barrera, M. E. y Nieto, L. M. (2021). Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería. “*Mejora Continua orientada por resultados de aprendizaje, Pautas para la aplicación del Marco de Referencia 2018 del CACEI*”. Consultado el 17 de marzo de 2024. [http://cacei.org.mx/docs/cacei\\_mr2018\\_pautasgenerales.pdf](http://cacei.org.mx/docs/cacei_mr2018_pautasgenerales.pdf)
- Bloom, B., Engelhart, M., Furst, E., Hill, W. y Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, The Classification of Educational Goals*, United States of America: Longmans, Green and Co LTD.
- CACEI, (2021). Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería. “*Marco de Referencia 2018 del CACEI en el Contexto Internacional*”. Consultado el 23 de abril de 2024. [https://cacei.org.mx/nv/nvdocs/marco\\_ing\\_2018.pdf](https://cacei.org.mx/nv/nvdocs/marco_ing_2018.pdf).
- Candela, B. F. y Cataño, R. (2019). Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética para la enseñanza de la estequiometría por comprensión conceptual e integrada. *TED: Educación y Pedagogía*, ISSN 021 - 3814, 107-120.
- Cárcamo, A., Fortuny., J. y Fuentealba, C. (2023). Identificando una progresión de aprendizaje para un sistema de ecuaciones lineales con infinitas soluciones. *Formación Universitaria*, 16(1), 77-86.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062023000100077>.
- Churches, A. (2019). Bloom´s Taxonomy Blooms Digitally. Consultado el 24 de enero de 2024.  
[https://www.researchgate.net/publication/228328472\\_Bloom's\\_Taxonomy\\_Blooms\\_Digitally/link/5d82e25ea6fdcc8fd6f3b717/download?\\_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19](https://www.researchgate.net/publication/228328472_Bloom's_Taxonomy_Blooms_Digitally/link/5d82e25ea6fdcc8fd6f3b717/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19)
- Creswell, J. (2012), *Educational Research: Plannning, conducting and evaluating quantitative and cualitative research*. Boston: Pearson Education Inc.
- Da Silva, S. (2023). Colaborative Practices and the use Digital Technologies From a Bloom *Taxonomy Perspective*, 3(7), 1-7, DOI:  
<https://doi.org/10.22533/at.ed.558372316037>,

- Einstein, A. (1980). *Mi visión del mundo* (1ra ed.). Titivillus.
- Freire, P. (2004). *Pedagogía de la autonomía*. Sao Paulo, Paze Terra SA.
- Galicia, A., Landa, L. y Flores, A. (2022). Progresiones del Aprendizaje en la formación de competencias profesionales del ingeniero bioquímico. *Revista Educación*. 9(2), 103-112, 103-112.
- Gallardo, F., y Merino, C. (2022). Los polímeros: Una progresión y propuesta didáctica. *Educación Química*, 33, 2, 64-81. DOI: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.2.77220>,
- Giordano, E. (2021). Una progresión de aprendizaje sobre ideas básicas entre Física y Astronomía. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 16(2), 272-293, DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/23464712.17107>,
- Gobierno de México, (2022). Diario Oficial de la Federación, (2022). Acuerdo número 17/08/22 por el que se establece y regula el Marco Curricular Común de la Educación Media Superior. Consultado el 18 de mayo de 2024. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5663344&fecha=02/09/2022#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5663344&fecha=02/09/2022#gsc.tab=0).
- Gobierno de México-Secretaría de Educación Pública, [SEP] (2019). *La Nueva Escuela Mexicana: principios y orientaciones pedagógicas*. Consultado el 13 de julio de 2024. <https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/NEM%20principios%20y%20orientacio%C3%ADn%20pedago%C3%ADgica.pdf>.
- Gobierno de México-Secretaría de Educación Pública. [SEP] (2022a). *Progresiones de aprendizaje del recurso sociocognitivo pensamiento matemático*. Consultado el 13 de julio de 2024. <https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/work/models/sems/Resource/13634/1/images/Progresiones%20de%20Aprendizaje%20-%20Pensamiento%20Matematico.pdf>.
- Gobierno de México-Secretaría de Educación Pública, [SEP] (2022b). *La transversalidad en el MCCNMS*. Consultado el 14 de julio de 2024. [https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/work/models/sems/Resource/13634/1/images/La Transversalidad en el MCCEMS final.pdf](https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/work/models/sems/Resource/13634/1/images/La%20Transversalidad%20en%20el%20MCCEMS%20final.pdf).
- Gobierno de México-Secretaría de Educación Pública, (SEP) (2022c). *Progresiones del Nuevo MCCEMS. Contenidos de recursos socio cognitivos, áreas de conocimiento*

- recursos socio emocionales*. Consultado el 14 de julio de 2024.  
[https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/work/models/sems/Resource/13634/1/images/Progresiones\\_del\\_MCCEMS\\_2024\\_final.pdf](https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/work/models/sems/Resource/13634/1/images/Progresiones_del_MCCEMS_2024_final.pdf).
- Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. McGraw-Hill
- Heritage, M. (2007). *Learning Progressions, Supporting Instruction and Formative Assessment*. Council of Chief State School Officers, Washington DC. Consultado el 11 de abril de 2023. [https://csaa.wested.org/wp-content/uploads/2020/01/Learning\\_Progressions\\_Supporting\\_2008.pdf](https://csaa.wested.org/wp-content/uploads/2020/01/Learning_Progressions_Supporting_2008.pdf),
- Heritage, M. (2010). *Formative Assessment and Next-Generation Assessment Systems, Are we losing an Opportunity?* Council of Chief State School Officers. Consultado el 11 de abril de 2023. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED543063.pdf>.
- Hernández, M. A., Sandoval, B. J. y Bermúdez, E. (2024). Implementación de una secuencia didáctica a distancia para cuantificación de almidón en alimentos por espectrofotometría. *Educación Química*, 35(2), 3-17.
- Loría, J. H., Romero, M. A., & Valle, B. (2024). *Manual del Marco de Referencia 2025 (MR 2025) para la acreditación de programas de Ingeniería. Categorías y criterios*. Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A. C.
- Marzábal, A., Delgado V. y Moreira, P. (2024). Hacia una progresión de aprendizaje multidimensional del modelo escolar de sustancia. *Educación Química*, 35(1), 91-110.
- Marzano, R. y Kendall, J. (2007). *Designing & Assessing Educational Objectives, Applying the New Taxonomy*. Thousand Oaks, Corwin Press a Sage Company.
- Meckes, L. y Pogrée, P. (2018). *Consultoría de Apoyo al Diseño e Implementación de Perfiles de Egreso, Progresiones de Aprendizaje y Marco Curricular (UR-T1144)*. Consultado el 19 de noviembre de 2023.  
<https://mcrn.anep.edu.uy/sites/default/files/Informe%20%20Consultor%C3%ADa%20Paula%20Pogre%20Lorena%20Meckes.pdf>.
- Moliner, M. (2013). *Gramática básica del español* (2 ed.), Madrid, Editorial Gredos.
- Paredes, J. O. (2020). Progresión de aprendizajes y tipos de evaluación. *Publicaciones*, 50(4), 87-98. DOI:10.30827/publicaciones.v50i4.17783.
- Pimienta, J. (2012). *Las Competencias en la Docencia Universitaria, Preguntas frecuentes*, México, Pearson Educación.

- Popham, J. (2007). The lowdown on learning progressions. *Educational Leadership*, 64(7), 83-84.
- Riba, C. (2017). El análisis de contenido en perspectiva cualitativa. Universidad Oberta de Catalunya. Consultado el 10 de junio de 2024.  
[https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/140407/7/Analisis%20de%20datos%20en%20la%20Administracion%20P%C3%BAblica%20II\\_Mo%20dulo7\\_El%20an%C3%A1lisis%20de%20contenido%20en%20perspectiva%20cualitativa.pdf](https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/140407/7/Analisis%20de%20datos%20en%20la%20Administracion%20P%C3%BAblica%20II_Mo%20dulo7_El%20an%C3%A1lisis%20de%20contenido%20en%20perspectiva%20cualitativa.pdf).
- Rodríguez-Díaz, A., Romero-Islas, J. y Rodríguez-Romero, J. J. (2024). Formulación de un diseño de instrumentación didáctica en b-Learning para educación superior. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, Nueva Epoca (México)*, LIV(1), 325-372. DOI: <https://doi.org/10.48102/rlee.2024.54.1.604>
- Rodríguez-Díaz, A., Romero-Islas, J., Villanueva, M. y Lamas, V. M. (2023). Comunicación Efectiva en el Aula de Educación Superior”, *Visum Mundi*, 7(1), 1-21.
- Rodríguez-Villamar, L. (2017). Inferencia causal en epidemiología. *Revista de Salud Pública*, 19(3), 409-415.
- Stevens, S., Shin, N. y Peek-Brown, D. (2013). Learning progressions a guide for developing meaningful science learning. A new framework for old ideas. *Educación Química*, 24(4), 381-390.
- Talanquer, V. (2013). Progresiones de aprendizaje, promesa y potencial. *Educación Química*, 24(4), 362-364.
- Tecnológico Nacional de México [TecNM] (2013). Dirección General de Educación Superior Tecnológica. *Modelo Educativo Para el Siglo XXI Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales*. Consultado el 22 de octubre de 2023.  
<http://www.dgest.gob.mx/director-general/modelo-educativo-para-el-siglo-xxi-formacion-y-desarrollo-de-competencias-profesionales-dp2>.
- Tecnológico Nacional de México [TecNM] (2016). Instituto Tecnológico de Tepic. *Nombre de la Asignatura: Cinética Química Bioquímica*. Consultado el 12 de noviembre de 2023.  
[https://st03.tepic.tecnm.mx/files/asignaturas/BQF1005\\_Cinetica\\_Qumica\\_y\\_Biologia.pdf](https://st03.tepic.tecnm.mx/files/asignaturas/BQF1005_Cinetica_Qumica_y_Biologia.pdf)

Rol de Contribución	Autor (es)
Conceptualización	Albino Rodríguez Díaz
Metodología	Albino Rodríguez Díaz, Jovita Romero Islas (igual)
Software	NO APLICA
Validación	Albino Rodríguez Díaz, José de Jesús Rodríguez Romero (igual)
Análisis Formal	José de Jesús Rodríguez Romero; José Cruz Muñoz Esparza (igual)
Investigación	Jovita Romero Islas, Albino Rodríguez Díaz (igual)
Recursos	Jovita Romero Islas
Curación de datos	NO APLICA
Escritura - Preparación del borrador original	Albino Rodríguez Díaz, (principal) Jovita Romero Islas (apoya)
Escritura - Revisión y edición	Albino Rodríguez Díaz; José Cruz Muñoz Esparza (igual)
Visualización	José Cruz Muñoz Esparza
Supervisión	Jovita Romero Islas (principal) José de Jesús Rodríguez Romero (apoya)
Administración de Proyectos	Jovita Romero Islas
Adquisición de fondos	NO APLICA