

Progresiones del aprendizaje en la formación de competencias profesionales del ingeniero bioquímico

GALICIA-ADRIANA †, LANDA-LORENA, FLORES-ALEJANDRA
adriana.gs@acapulco.tecnm.mx

Recibido: septiembre, 22, 2020; Aceptado febrero 9, 2021

Resumen

Este trabajo de investigación muestra los resultados del análisis transversal desarrollado para la construcción de progresiones del aprendizaje en la formación de competencias profesionales del ingeniero bioquímico del Tecnológico Nacional de México campus Acapulco. Las actividades desarrolladas para el logro de resultados, muestran cómo en el ejercicio de identificación de los niveles de desempeño para cada atributo de egreso permitieron no solo avanzar hacia el cumplimiento del proceso de acreditación ante el CACEI, sino más bien como un ejercicio reflexivo del compromiso docente, toda vez que se analiza la asignatura por cada líder responsable desde la mirada global en la formación del ingeniero bioquímico. Se reconoce a las progresiones del aprendizaje de los atributos de egreso como una actividad de vital importancia en la mejora continua a mediano plazo. Forjando así las bases para el logro de la acreditación del programa educativo ante CACEI en un marco de referencia internacional logrando con ello la oportunidad de ofrecer educación de calidad en el estado de Guerrero.

Acreditación de la educación, Calidad de la educación, Enseñanza superior

Abstract

This research work shows the results of the cross-sectional analysis developed for the construction of learning progressions in the formation of professional competencies of the biochemical engineer of the National Technology of Mexico Acapulco campus. The activities developed to achieve results show how in the exercise of identifying the performance levels for each attribute of graduation they allowed not only to advance towards the fulfillment of the accreditation process before the CACEI, but rather as a reflective exercise of commitment. teacher, since the subject is analyzed by each responsible leader from the global point of view in the training of the biochemical engineer. The progress of the learning of the graduation attributes is recognized as an activity of vital importance in the continuous improvement in the medium term. Thus forging the foundations for the achievement of the accreditation of the educational program before CACEI in an international reference framework, thereby achieving the opportunity to offer quality education in the state of Guerrero.

Keywords

Accreditation of education, Quality of education, Higher education

Citación: GALICIA-ADRIANA †, LANDA-LORENA, FLORES-ALEJANDRA. Progresiones del aprendizaje en la formación de competencias profesionales del ingeniero bioquímico. Foro de Estudios sobre Guerrero. 2022, mayo 2021 - abril 2022 Vol. 9 No. 2 103 - 112

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: adriana.gs@acapulco.tecnm.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El desarrollo social y económico de un país está íntimamente relacionado con el nivel de educación de sus habitantes. En ese sentido, particularmente para la formación por competencias del ingeniero, para el presente trabajo, del Ingeniero Bioquímico, se precisa garantizar la oferta de programas educativos pertinentes y de calidad reconocida, que permita al egresado posicionarse ya sea local, nacional o hasta internacionalmente.

De tal forma que el sistema más grande de formación de ingenieros en Latinoamérica, el Tecnológico Nacional de México (TecNM) ha considerado en los Programa de Desarrollo Institucional 2019-2024, ha tenido a bien considerar como reto incrementar el número de programas académicos de licenciatura reconocidos a nivel nacional e internacional por su calidad en el Eje Estratégico 1 Calidad educativa, cobertura y formación integral (TecNM, 2019).

En México, el organismo que acredita a los programas educativos de ingeniería es el Consejo de Acreditación para la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI). El proceso de acreditación busca que los Programas Educativos (PE) cumplan los estándares mínimos internacionales reconocidos para los programas de buena calidad en ingeniería hacia la cultura de la mejora continua en el Nuevo Marco de Referencia Internacional 2018 del CACEI (MR2018) analizando 30 indicadores distribuidos en seis criterios (CACEI, 2017).

Las asociaciones acreditadoras, como CACEI, el nuevo modelo educativo y las tendencias internacionales han dado pie a recalibrar, en la historia reciente, los créditos académicos en la formación de ingenieros hacia una formación integral, cobrando relevancia la inclusión reticular de las áreas humanístico social y la reducción de créditos en general. Una forma de interconectar la estructura curricular es hacerlo transversalmente para que las progresiones del aprendizaje en la formación de competencias profesionales del ingeniero bioquímico se lleven a cabo exitosamente.

Tomando como referente a Tejada (2012) quien considera que el enfoque de la formación basada en la competencia ha significado un paso adelante en el sentido de poner el énfasis más en la globalidad de las capacidades del individuo y reconstruir los contenidos de la formación en una lógica más productiva, menos académica y más orientada a la solución de problemas, que es precisamente uno de los Atributos de Egreso (AE) más relevante en la formación del ingeniero.

El presente trabajo forma parte de uno de los resultados del proyecto de investigación Diseño y análisis de atributos de egreso (AE) de las competencias profesionales e instrumentos de evaluación en el proceso formativo de ingenieros bioquímicos, financiado por el Tecnológico Nacional de México en la convocatoria 2021, desarrollado como parte de los trabajos proyectados en la línea de investigación institucional educativa Docencia y Aprendizaje.

Los resultados que se reportan en este trabajo marcaron la pauta para el desarrollo exitoso del proceso de autoevaluación con fines de acreditación del programa de ingeniería bioquímica del TecNM campus Acapulco.

Objetivo

Desarrollar las progresiones del aprendizaje identificando los niveles de desempeño de los atributos de egreso de las competencias profesionales en el Plan de estudios de Ingeniería Bioquímica del TecNM.

Atributos de Egreso

El CACEI define muy claramente los atributos de egreso, como el conjunto de resultados evaluables individualmente, que conforman los componentes indicativos del potencial de un egresado para adquirir las competencias o capacidades para ejercer la práctica de la ingeniería a un nivel apropiado mismos que deberán dar respuesta a las demandas expresadas en los Objetivos Educativos establecidas por parte del grupo de interés, en ese sentido el CACEI propone 7 AE, queda como opción que el PE construya al menos 7 AE, finalmente se requiere registrar el Mapa de la equivalencia de los atributos de egreso del PE respecto a los atributos de egreso indicados por CACEI en la cédula 3.5.3. de la autoevaluación con fines de acreditación en el MR2018 (CACEI, 2017).

La Transversalidad

Para Casanova (2011) la transversalidad, entendida como proceso integrador, se presenta como una vía que permitiría la interconexión de la estructura curricular. De esta manera, los ejes transversales (complejos e interdisciplinarios) permiten visualizar globalmente los elementos teóricos prescritos en el macro currículo, facilitando su concreción en las unidades curriculares y el trabajo operativo para el logro de las competencias. El autor reconoce que la transversalidad ofrece ventajas importantes para el desarrollo de competencias complejas, incluso

en los planes de estudio con una organización curricular centrada en áreas disciplinares por cuanto ella no requiere de un tiempo o ubicación particular en las asignaturas. En ese trabajo se considera que los ejes transversales así visualizados, actuarían como organizadores de los contenidos disciplinares, de manera tal de lograr su distribución en una o más áreas curriculares. La transversalidad puede introducirse una vez que se decide una organización curricular centrada en áreas disciplinares integradas. En este trabajo se precisa una mirada transversal para el logro de los AE. Como parte del proceso de revisión y adaptación de los atributos, en primer lugar, continuando en Cruz (2017) se estableció la definición de atributos de egreso como el conjunto de resultados alcanzados individualmente y evaluables, los cuales son indicativos del potencial de las personas graduadas para adquirir competencias para la práctica profesional posterior (adaptado de Frank, McCahan y Wolf, 2013; Canadian Engineering Accreditation Board, 2014 en Cruz (2017).

Progresiones del aprendizaje

Respecto de las progresiones del aprendizaje Talanquer (2013) en Galicia, Landa y Sánchez (2020) menciona que las progresiones de aprendizaje son modelos educativos sobre cómo se espera que evolucionen las ideas y formas de pensar de los estudiantes sobre un concepto o tema determinado a medida que avanzan en sus estudios. Estos modelos pueden referirse a cambios en el conocimiento declarativo o procedimental de los estudiantes. La progresión puede describir cambios en la comprensión de conceptos específicos, como densidad y flotación, o de ideas o habilidades más generales, como el modelo corpuscular de la materia o el uso de modelos para generar explicaciones. Una progresión de aprendizaje puede constreñirse a describir cambios esperados en la comprensión de los estudiantes en períodos cortos de tiempo, como un semestre

académico, o a lo largo de varios grados escolares.

Por otra parte, el CACEI, en Barrera (2021) refiere que las progresiones se refieren a los niveles de logro de los indicadores, expresadas en etapas necesarias para lograr los AE y aprendizajes complejos. Las progresiones no se refieren a información adicional, sino a la identificación del nivel de logro que les corresponde a los indicadores o a los criterios de desempeño (CD), por eso son la pieza clave para realizar el mapeo, ya que permiten ubicar los cursos que aportan a cada CD y por lo tanto a cada atributo. Si no se tienen claras las etapas en las que se desarrollan los AE, no será posible establecer su progresión a través de los objetivos de los cursos. Es necesario tomar en cuenta los grados de dificultad, complejidad e incertidumbre de los aprendizajes, así como la mejor secuencia posible para alcanzarlos.

La identificación o diseño de las progresiones requiere el conocimiento claro de cómo se aprenden y evalúan cierto tipo de conocimientos o desarrollan ciertas capacidades. Existen varias taxonomías de aprendizaje cuya consulta puede ayudar como insumo para el análisis. Se sugiere utilizar taxonomías específicas para el desarrollo de competencias o para el campo de las ingenierías. Puntualmente, el MR2018 solicita especificar estas progresiones en los niveles introductorio (I), medio (M) y avanzado (A).

Metodología a desarrollar

El presente trabajo es de corte cualitativo y se considera en un alcance descriptivo.

Para su estudio, se hace uso de la investigación-acción práctico (IAP). De acuerdo con León y Montero (2002) en Hernández (2015) la IAP representa el estudio de un contexto social donde mediante un proceso de investigación con pasos “en espiral”, se investiga al mismo tiempo que se interviene.

Hernández (2015) citando a Sandín, (2003) menciona la aplicación de ciclos: Detectar el problema de investigación, clarificarlo y

diagnosticarlo (ya sea un problema social, la necesidad de un cambio, una mejora, etcétera). La formulación de un plan o programa para resolver el problema o introducir el cambio. El implementar el plan o programa y evaluar resultados y finalmente la retroalimentación, la cual conduce a un nuevo diagnóstico y a una nueva espiral de reflexión y acción.

Las técnicas de procesamiento de la información utilizadas fueron el análisis de documentos, análisis de las entrevistas y de las sesiones de grupos de enfoque registradas en la plataforma Microsoft Teams. Así mismo, los instrumentos de recolección de datos de la investigación utilizados fueron la guía de observación participante, la guía del moderador-grupo focal y el uso de las tecnologías de información.

Para el diseño y análisis de AE en Carreras de Ingeniería, Meza, Aguilar, Quezada (2017) proponen cuatro etapas metodológicas. La primera etapa tiene que ver con la descripción de AE, de los niveles de cada uno y sus componentes. En la segunda etapa que los autores denominan el Mapeo de los Atributos en el Plan de Estudios, donde se analizan los cursos para identificar en cuáles se incorporan cada uno de ellos y su nivel respectivo Inicial, Medio y Avanzado (I, M y A) para sintetizar en una matriz la incorporación por niveles de cada curso del plan de estudios. Posteriormente se realiza una sistematización del mapeo de atributos del plan de estudios.

En la tercer etapa denominada Evaluación de atributos, se define en que cursos se valora cada nivel, la persona responsable de realizarla, la evidencia y el instrumento que se utilizará. Para ello se inicia realizando la planificación de la evaluación, se designan las personas responsables y definen las consideraciones metodológicas, posteriormente la recolección de evidencias, los recursos y medios de evaluación, la rúbrica, los reactivos para las pruebas escritas.

Finalmente, la cuarta etapa tiene que ver con las acciones de mejora, que para el caso del presente trabajo queda fuera del alcance del objetivo planteado.

Para el desarrollo de las Progresiones del aprendizaje en la formación de competencias profesionales del ingeniero bioquímico (IBQ) que se desarrollan en el Tecnológico Nacional de México campus Acapulco, se siguió la segunda etapa que proponen Meza et al. (2017) toda vez que se cuenta con los AE definidos por la academia de IBQ que se muestran en el Anexo 1. Así mismo, se siguió la tercer etapa en una primera aproximación.

Resultados

La Ingeniería Bioquímica

De acuerdo con Jiménez y Navarrete (2002), en febrero de 1958 se inician las actividades del programa educativo de IBQ en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB-IPN). Este programa académico incorpora dos Ingenierías: la de Fermentaciones y la de Alimentos. En el caso de Ingeniería de Fermentaciones, que es lo que en Estados Unidos se conoce como Ingeniería Bioquímica, en su origen, estaba constituida por la Ingeniería Microbiana y la Ingeniería Enzimática. Con el transcurso de los años y con el desarrollo de cultivos de células vegetales y animales, la Ingeniería de Fermentaciones agrupa tres áreas que son: Ingeniería Microbiana, Ingeniería Celular e Ingeniería Enzimática. Actualmente a la Ingeniería de Fermentaciones se le conoce como Bioingeniería. Posteriormente este programa académico se implanta en otras instituciones.

En el Tecnológico Nacional de México, antes Dirección General de Institutos Tecnológicos, la Ingeniería Bioquímica se ofrece a partir de 1975 en 14 institutos federales y en 10 institutos tecnológicos descentralizados (ANUIES, 2013;

DGEST, 2013, en Jiménez y Navarrete (2002). Desde su fundación, el programa educativo ha transcurrido por cuatro revisiones Nacionales de Diseño e Innovación Curricular, la primera en 1975 (IBQA-1990-288) la segunda en 1993 (IBQA-1993-288) la tercera en 2005 (IBQA-2005-288) y la más reciente en 2010 (IBQA-2010-207) donde ha evolucionado el objetivo del programa hasta el aprendizaje basado en competencias actualmente institucionalizado, En el Instituto Tecnológico de Acapulco, inicia la oferta del programa de Licenciatura en Ingeniería Bioquímica en el año 1978 (TecNM, 2017).

Por otra parte, en cada Instituto Tecnológico se realizan estudios regionales que definen el módulo de especialidad como son Tecnología de Alimentos, Alimentos, Biotecnología, Productos Naturales, Ingeniería de Alimentos, Bioingeniería, entre otros. (Jiménez, Botello, Navarrete y Martínez, 2013).

En la formación de esta comunidad se espera que el egresado diseñe, controle, simule y optimice equipos, procesos y tecnologías sustentables que utilicen recursos bióticos y sus derivados, para la producción de bienes y servicios que contribuyan a elevar el nivel de vida de la sociedad.

Para el Instituto Tecnológico de Acapulco, se realizó el estudio de módulo de especialidad definiéndose para el Programa Educativo de Ingeniería Bioquímica (clave IBQA-2010-207) como Ciencia y Tecnología de Alimentos obteniendo el registro y autorización mediante el oficio número M00.2.1/1228/2020 por la dirección de docencia e innovación educativa de la Dirección General del Tecnológico Nacional de México, quienes otorgaron la clave de especialidad IBQE-CTA -2020-01 con una vigencia de agosto de 2020 a Agosto de 2023.

La entidad que asocia a los profesionales de la ingeniería bioquímica es el Colegio Mexicano de Ingenieros Bioquímicos Asociación Civil, este Colegio tiene su sede en la Ciudad de México.

Un aspecto importante por mencionar es la descripción de la estructura del plan de Estudio de la Licenciatura de Ingeniería Bioquímica en términos de las formas de agrupar las asignaturas, las cuales proporcionan una sólida base científica, ciencia aplicada y la metodología del diseño de la ingeniería. Cubriendo además los aspectos necesarios e importantes de las ciencias sociales y las humanidades, con el fin de formar integralmente el desarrollo de habilidades, la adquisición de conocimientos y asumir valores para demostrar las competencias en las diferentes expresiones de la práctica de los profesionales de la Ingeniería Bioquímica.

La seriación de las asignaturas corresponde a un orden vertical que las agrupa por semestre, el cual obedece la ubicación de la asignatura a criterios académicos, especialmente a los que se refiere a los antecedentes llamados prerrequisitos y a su condición de necesarios para algunas asignaturas posteriores. Esta relación está claramente explícita en los programas de cada asignatura que están desarrolladas por unidades de aprendizaje en relación con los periodos subsecuentes, la ubicación sólo se da a nivel de sugerencias ya que se observa en los lineamientos cierta libertad al estudiante para elegir las asignaturas a cursar, con la condición de que se respeten la secuenciación correspondiente. El orden horizontal de asignaturas no tiene significado especial, excepto en el caso de que entre ellas exista pre-requisito o co-requisitos. Con respecto a los cuadros, éstos identifican el nombre de la asignatura, las horas de teoría, horas prácticas y los créditos correspondientes. En general, el mapa curricular del programa educativo de Ingeniería Bioquímica del TecNM se encuentra integrado con un total de 260 créditos, descritos en la Tabla 1.

Áreas	Créditos	Grupos	Horas
Estructura Genérica	210	Ciencias Básicas	2,020
Especialidad	25	Ciencias de la Ingeniería	940

Residencia Profesionales	10	Ingeniería Aplicada	460
Servicio Social	10	Diseño de la Ingeniería	280
Actividades Complementarias	5	Especialidad	400
Total de créditos	260	Ciencias Sociales	280
		Ciencias Humanidades	220
		Otros	400
		Total de horas	5,000

Tabla 1. Créditos SATCA por áreas y total de horas por grupos de asignaturas. Fuente: Plan de Estudios de Ingeniería Bioquímica 2018 por el Tecnológico Nacional de México campus Acapulco.

Los programas de estudio de las asignaturas contienen los objetivos generales que se derivan del perfil de egreso del plan de estudios del programa de Ingeniería Bioquímica y en ellos se define un marco de referencia e indica la dirección del aprendizaje, su formulación está muy relacionado con el logro de los AE expresándose con claridad lo que se espera que el estudiante haya aprendido al concluir la licenciatura, informando de forma clara sobre el resultado o el cambio esperado en el estudiante como consecuencia del proceso de enseñanza aprendizaje.

De las sesiones de trabajo académico

Se programaron y celebraron 10 sesiones de trabajo ordinarias y se tuvieron otras 4 reuniones extraordinarias adicionalmente.

Se desarrollaron las progresiones de los AE en el Plan de Estudios, donde se analizaron los cursos para identificar en cuáles se incorporan cada uno de ellos y su nivel respectivo Inicial (I), Medio (M) y Avanzado (A) para sintetizar en una matriz la incorporación por niveles de cada curso del plan de estudios. Posteriormente se realizó una sistematización del mapeo de atributos del plan de estudios, esto se realizó primeramente en un poster de 2 metros de alto por 4 metros de ancho a fin de esquematizar la retícula y que cada profesor fuera participando colaborativamente.

Consideraciones para la progresión de una asignatura

De acuerdo con Barrera (2021), deben tomarse en cuenta al menos cuatro consideraciones para el diseño de una progresión del aprendizaje, como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Consideraciones para la progresión de una asignatura. Fuente: Elaboración propia.

Las progresiones del aprendizaje en IBQ

Posterior al trabajo en la retícula y habiendo identificado a qué eje de aprendizaje pertenecía cada asignatura, se realizaron las progresiones del aprendizaje de manera tabular definiendo en cada asignatura a un profesor líder responsable en tanto a impartición de la misma se refiere, generalmente es el que tiene mayor experiencia en ésta. Esto permitió una mirada global del tránsito del estudiante de IBQ durante 9 semestres desvelando información valiosa para el registro de las cédulas 3.3.2 que solicita el CACEI para cada asignatura, en la que se registran los niveles de desempeño por cada atributo propuesto.

Así, en el anexo 2 se muestra el eje ciencias básicas integrado por 20 asignatura de las cuales en 14 se identificaron atributos en un nivel inicial y 6 en nivel medio. En el anexo 3 se muestra el eje ciencias de la ingeniería integrado por 7 asignaturas de las cuales en 6 se identificaron en su mayoría en un nivel medio. En el anexo 4 se muestra el eje ciencias de la ingeniería aplicada integrado por 8 asignaturas de las cuales en 4 asignaturas totalmente se identifican atributos en nivel Avanzado y 4 asignaturas en avanzado y medio. En estos tres

ejes se identificaron principalmente para los atributos 3: solución de problemas y 7: Uso de nuevas herramientas tecnológicas.

En el anexo 5 se muestra el eje diseño en ingeniería integrado por 4 asignaturas identificándose todas en su mayoría los atributos en un nivel avanzado, principalmente para los atributos 2: Pensamiento crítico y 3: solución de problemas.

En el anexo 6 se muestra el eje ciencias sociales y humanidades integrado por 3 asignaturas, 1 de éstas identificándose en nivel inicial y las otras 2 en un nivel medio, para la mayoría de los atributos determinándose con menor frecuencia los atributos 3: solución de problemas y 7: Uso de nuevas herramientas tecnológicas.

En el anexo 7 se muestra el eje ciencias económico-administrativas integrado por 4 asignaturas, identificándose 1 asignatura en nivel inicial, 2 en nivel medio y 1 en nivel avanzado. En el anexo 8 se muestra el eje cursos complementarios integrado por 7 asignaturas, de las cuales 4 se realizan frente a grupo, identificándose de éstas, 4 en nivel medio y 1 en nivel avanzado. En estos dos ejes se identificaron principalmente para los atributos 1: Comunicación y 4: Interacción Social.

Finalmente, en el anexo 9 se visualizan las horas que el CACEI sugiere como mínimas en un PE de ingeniería y las horas que las ingenierías del TecNM considera distribuidas para cada eje, superando dicha relación.

Anexos

Atributo de Egreso	Al egresar el Ingeniero Bioquímico podrá:
1. Comunicación	Comunicarse de manera efectiva través del lenguaje oral y escrito
2. Pensamiento crítico	Utilizar el conocimiento, la experiencia y el razonamiento para emitir juicios fundados.
3. Solución de problemas	Identificar problemas y planificar estrategias para solucionarlos
4. Interacción Social	Formar parte de grupos y equipos de trabajo y participar en proyectos multidisciplinarios
5. Autoaprendizaje e iniciativa personal	Buscar de forma permanente nuevos conocimientos y capacidad de aplicarlos y perfeccionar sus conocimientos y habilidades anteriores.
6. Formación ética	Capacidad para asumir principios éticos y respetar los principios del otro, como norma de convivencia social.
7. Uso de nuevas herramientas tecnológicas	Capacidad para dominar el lenguaje técnico profesional y computacional necesario para el ejercicio de la profesión y/ disciplina.

Anexo 1. Atributos de Egreso del IBQ. Fuente it-acapulco.edu.mx/ingenieria-bioquimica/

EJE: CIENCIAS BÁSICAS				ATRIBUTO DEL EGRESADO						
SEMESTRE	ASIGNATURA	HORA-CREDITOS	LIDER RESPONSABLE	1	2	3	4	5	6	7
1	QUÍMICA	5	P1	I			I	I		I
1	FUNDAMENTOS DE INVESTIGACIÓN	4	P2	I	I		I			I
1	CÁLCULO DIFERENCIAL	5	P3			I		I		I
1	DIBUJO ASISTIDO POR COMPUTADORA	3	P4		I	I				I
2	QUÍMICA ORGÁNICA I	5	P5	I	I		I			I
2	QUÍMICA ANALÍTICA	6	P6	I	I	I	I			
2	CÁLCULO INTEGRAL	5	P7			I	I	I		I
2	ALGEBRA LINEAL	5	P8			I		I		I
2	FÍSICA	5	P9			I		I		I
2	BIOLOGÍA	5	P10	I	I	I				
3	QUÍMICA ORGÁNICA II	5	P11	M	M	M	M			
3	ESTADÍSTICA	5	P12		M	I				I
3	CÁLCULO VECTORIAL	5	P13			I		I		I
3	ELECTROMAGNETISMO	5	P14			I		I		I
4	BIOQUÍMICA	6	P15		M	M		M		
4	PROGRAMACIÓN Y MÉTODOS NUMÉRICOS	5	P16			I		M		M
4	ECUACIONES DIFERENCIALES	5	P17			M		M		M
5	BIOQUÍMICA DEL NITRÓGENO	6	P18		M	M				M
5	ANÁLISIS INSTRUMENTAL	5	P19		M	M	M			M
6	MICROBIOLOGÍA	6	P20		M	M			M	

Anexo 2. Progresión del Aprendizaje en el eje de las ciencias básicas. Fuente: Elaboración propia

EJE: CIENCIAS DE LA INGENIERÍA			LIDER RESPONSABLE	ATRIBUTO DEL EGRESADO						
SEMESTRE	ASIGNATURA	HORA-CRÉDITO		1	2	3	4	5	6	7
3	TERMODINÁMICA	5	P1		I	I				I
4	BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA	5	P2		M	M				M
4	FISICOQUÍMICA	5	P3		M	M				M
5	FENÓMENOS DE TRANSPORTE I	6	P4		M	M				M
5	INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	5	P5				M		M	M
6	CINÉTICA, QUÍMICA Y BIOLOGÍA	5	P6		M	M	M			M
6	FENÓMENOS DE TRANSPORTE II	6	P7		M	A				M

Anexo 3. Progresión del Aprendizaje en el eje de Ciencias de la Ingeniería. Fuente: Elaboración propia.

EJE: CIENCIAS DE LA INGENIERÍA APLICADA					ATRIBUTO DEL EGRESADO						
SEMESTRE	ASIGNATURA	HORA-CRÉDITO	LIDER RESPONSABLE		1	2	3	4	5	6	7
6	OPERACIONES UNITARIAS I	16	P1			M	M				M
7	OPERACIONES UNITARIAS II	16	P2			M	A				M
7	OPERACIONES UNITARIAS III	16	P3			M	A				M
8	INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL	16	P4			A		A		A	A
7	MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS	16	P5			A	A				M
7	CIENCIA DE LOS ALIMENTOS	16	P6		A		M	A	A		A
8	CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS DE ORIGEN VEGETAL	16	P7		A		A	A			
8	CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL	16	P8		A		A	A			

Anexo 4. Progresión del Aprendizaje en el eje de Ciencias de la Ingeniería Aplicada. Fuente: Elaboración propia.

EJE: DISEÑO EN INGENIERÍA				HORA-CRÉDITO	LIDER RESPONSABLE	ATRIBUTO DEL EGRESADO						
SEMESTRE	ASIGNATURA					1	2	3	4	5	6	7
7	INGENIERÍA DE BIORREACTORES	16	P1			M	M	A				A
8	INGENIERÍA DE PROCESOS	16	P2			A	A					A
8	INGENIERÍA DE PROYECTOS	16	P3			A	A	A				
8	INGENIERÍA DE ALIMENTOS	16	P4			A	A					A

Anexo 5. Progresión del Aprendizaje en el eje de Diseño en Ingeniería. Fuente: Elaboración propia.

EJE: CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES										
SEMESTRE	ASIGNATURA	HORA-CRÉDITO	LIDER RESPONSABLE	ATRIBUTO DEL EGRESADO						
				1	2	3	4	5	6	7
1	TALLER DE ÉTICA	4	P1	I	I			I	I	I
3	DESARROLLO SUSTENTABLE	5	P2				M		M	M
5	ADMINISTRACIÓN Y LEGISLACIÓN DE EMPRESAS	3	P3	A	M			M		M

Anexo 6. Progresión del Aprendizaje en el eje de Ciencias Sociales y Humanidades. Fuente: Elaboración propia.

GALICIA-ADRIANA †, LANDA-LORENA, FLORES-ALEJANDRA. Progresiones del aprendizaje en la formación de competencias profesionales del ingeniero bioquímico. Foro de Estudios sobre Guerrero. 2022, mayo 2021 - abril 2022 Vol. 9 No. 2 103 - 112

EJE: CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVA			ATRIBUTO DEL EGRESADO							
SEMESTRE	ASIGNATURA	HORA-CRÉDITO	LIDER RESPONSABLE	1	2	3	4	5	6	7
4	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	3	P1	M	M	M	M			
5	INGENIERÍA ECONÓMICA	3	P2	M			M	M		
9	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS	5	P3	A		A	A		A	
1	COMPORTAMIENTO ORGANIZACIONAL	2	P4	I			I	I	I	

Anexo 7. Progresión del Aprendizaje en el eje de Ciencias Económico Administrativas. Fuente: Elaboración propia.

EJE: CURSOS COMPLEMENTARIOS			ATRIBUTO DEL EGRESADO							
SEMESTRE	ASIGNATURA	HORA-CRÉDITO	LIDER RESPONSABLE	1	2	3	4	5	6	7
1 A 6	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	20								
7 A 8	SERVICIO SOCIAL	48								
9	RESIDENCIA PROFESIONAL	50								
6	TALLER DE INVESTIGACIÓN 1	16	P1	M	M	M				M
7	TALLER DE INVESTIGACIÓN 2	16	P2	M			M	M	M	
6	SEGURIDAD E HIGIENE	16	P3	M			M	M		M
9	NUTRICIÓN HUMANA	16	P4			A	A		A	A

Anexo 8. Progresión del Aprendizaje en el eje de Cursos Complementarios. Fuente: Elaboración propia

P.E	INGENIERÍAS TECNOLÓGICAS	INGENIERÍAS CACEI
HORAS	5,200	2,600
CIENCIAS BÁSICAS	2020	800
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	940	500
INGENIERÍA APLICADA	460	250
DISEÑO DE LA INGENIERÍA	280	250
NECESIDADES PE (ESPECIALIDAD)	500	300
CIENCIAS SOCIALES	280	200
CIENCIAS HUMANÍSTICAS	220	200
OTROS	500	100

Anexo 9. Distribución de horas del P.E de IBQ respecto a la recomendación del CACEI. Fuente: Elaboración propia.

Agradecimiento

Se agradece al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento recibido para el desarrollo del presente trabajo en la convocatoria de investigación científica 2021.

Contribución

Los resultados de este trabajo contribuyeron en el desarrollo de la autoevaluación del PE de IBQ ante el CACEI, particularmente para el criterio 3: Plan de Estudios hacia el impacto en el criterio 4: Valoración y Mejora continua. Ambos criterios clave en el MR2018.

Conclusiones

Haber desarrollado las progresiones del aprendizaje en la formación de competencias profesionales vía los AE del IBQ sin duda ha sido un ejercicio de reconocimiento de las relaciones inter-materias transversalmente que invita a la reflexión en academia respecto de los roles del docente y del estudiante para el logro de las competencias que demanda el sector productivo.

El CACEI, al actualizar el marco de referencia a partir del 2018 en un contexto internacional, modifica algunos criterios enfocándose en el impacto a resultados, particularmente para el criterio 3: Plan de Estudios y agregando el criterio 4: Valoración y Mejora continua, que, por experiencias compartidas, es el corazón del proceso de acreditación. Por ello, al realizar las progresiones de los AE se va desvelando transversalmente la madurez en el logro del atributo desde inicial y medio terminando la formación en el nivel avanzado. Como discusión en academia, algunos docentes justificaron el hecho de que una asignatura aportara a la formación de competencias de incluso los 7 AE, cuestión, aunque posible, se consensuó la identificación de aquellos AE en los que tenían mayor impacto. Otra experiencia fue que, al trabajar con los AE durante un periodo de tiempo, fue posible argumentar el cambio de nivel de logro o incluso el cambio de AE, en ese sentido nos referimos a un ejercicio de reconocimiento proporcionando elementos para tocar el corazón del proceso: la mejora continua.

Una conclusión contundente, es que mientras se publican los resultados del presente trabajo, el CACEI notifica que el PE de IBQ del TecNM campus Acapulco, pasa a ser el número 16 del

área de Bioingenierías de los Programas Educativos acreditados en el Marco de Referencia Internacional.

Referencias

Barrera, M.E; Nieto, L.M. (2021). Mejora continua orientada por resultados de aprendizaje. Pautas para la aplicación del marco de referencia 2018. *Serie de documentos de apoyo al Programa de Desarrollo de Capacidades para la Evaluación (PROVAL)*. CACEI.

Casanova, I. (2011). *Transversalidad y desarrollo de competencias*. Tesis doctoral. Facultad de Humanidades. República Bolivariana de Venezuela. Universidad del Zulia.

Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C., CACEI (2017). *Marcode Referencia 2018 del CACEI en el contexto internacional. (ingenierías)*

Versión 2. Revisión 0. Recuperado de: http://cacei.org.mx/nvfs/nvfs02/nvfs021_0.php

Cruz, N. (2017). *Medición de atributos de egreso como herramienta de mejora educativa: El caso de la Licenciatura en ingeniería Civil*. Universidad de Costa Rica.

Galicia, A.; Landa, L; Sánchez, B.I. (2020). La modelación de la turbiedad del agua en la progresión del aprendizaje de atributos de egreso en ingeniería. En A.M. Moreno (Ed). *La educación, la empresa y la sociedad una mirada transdisciplinaria Tomo IV* (pp 227-247). Editorial EIDEC. <https://doi.org/10.34893/s7ys-gh82>.

Hernández, R, Fernández, C., Baptista, M.P. (2015). *Metodología de la Investigación*. McGRAW-HILL / Interamericana editores, S.A. DE C.V.

Jiménez, Botello, Navarrete y Martínez, (2013). Las competencias profesionales en la ingeniería bioquímica. *Pistas Educativas*, 101(23), 310-315.

Meza, E.V.; Aguilar, J.F.; Quezada, M.I.; Delgado, W. (2017). *Atributos de Egreso en Carreras de Ingeniería*. Editorial Tecnológica de Costa Rica

Tecnológico Nacional de México. TecNM (2017). Planes y Programas de Estudios Actualizados 2009-2010 con enfoque en Competencias Profesionales. Recuperado de <https://www.tecnm.mx/docencia/planes-de-estudio-2009-2010>

Tecnológico Nacional de México. TecNM (2019). *Programa de Desarrollo Institucional 2019-2024*. Recuperado de https://www.tecnm.mx/menu/conocenos/PDI-TecNM-2019-2024_2oct2020.pdf

Tejada, J. (2012). La alternancia de contextos para la adquisición de competencias profesionales en escenarios complementarios de *Educación Superior*. *Marco y Estrategia*. Educación XXI