

## DISEÑO DE PLANES DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CON ESTRUCTURA MODULAR

E. Michel Valdivia<sup>1</sup>  
L. A. Pérez Carrillo<sup>2</sup>  
C. Pelayo Ortiz<sup>3</sup>

### RESUMEN

En el presente trabajo, se propone una metodología para el diseño curricular de planes de estudios de ingeniería, misma que considera entre otros aspectos, la prospectiva de la ingeniería, el diagnóstico que una institución educativa debe realizar para iniciar el proyecto de un nuevo diseño curricular y un modelo educativo basado en el aprendizaje del conocimiento autogestivo del alumno. Dicha metodología busca identificar el modelo del núcleo epistémico del plan de estudios del ingeniero. Durante el proceso de diseño, se identifica la conveniencia de una estructura modular, misma que favorezca el desarrollo de competencias que conforman el perfil de egreso de los ingenieros. Se utiliza como ejemplo el caso de la ingeniería química. Como resultado del ejemplo, se obtiene un diseño de plan de estudios, el cual es consecuencia de la definición de 4 ejes que representan los ámbitos de competencia analizados durante la metodología para este profesionista. Se presenta un plan de estudios con una estructura modular a ser evaluada por proyectos. Se proponen unidades de aprendizaje acorde a los objetivos de los módulos y tomando en cuenta las áreas de formación preestablecidas por organismos evaluadores.

### ANTECEDENTES

El diseño de un plan de estudios es un proyecto que requiere reunir una gran cantidad de información que aporta los elementos necesarios en la toma de decisión por parte de los expertos que están involucrados con el fin de obtener un diseño innovador, realista y pertinente al entorno social. Los autores del presente trabajo son profesores investigadores que han colaborado en el diseño de nuevos planes de estudio en ingeniería química basado en competencias, desde el programa de materia hasta la estructura que soporta un plan de estudios.

La comunidad académica de ingeniería que participa en un proyecto de diseño curricular debe estar integrada por elementos representativos de la docencia, la investigación y el sector productivo. El modelo educativo, presenta como ideas fundamentales, por una parte la educación centrada en el aprendizaje, es decir que el estudiante, tome en cuenta los conocimientos previos, que sea activo en la búsqueda y construcción de nuevos conocimientos, que la información adquirida tenga sentido en el contexto del propio estudiante (Marzano, 2005) y por otra parte de los ejes formativos de un ingeniero químico a partir de su quehacer histórico y prospectivo. En este modelo, la interacción es fundamental, los recursos deben ser abundantes para la facilitación por parte del docente y la evaluación de las competencias adquiridas en el módulo, deben estar referidas mediante productos finales (Argudín, 2005) llamados proyectos (Bensah, 2011, Ragusa, 2012).

<sup>1</sup> Coordinador de Programas Docentes. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Universidad de Guadalajara. [enrique\\_michel@cucei.udg.mx](mailto:enrique_michel@cucei.udg.mx).

<sup>2</sup> Coordinadora de Ingeniería Química. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Universidad de Guadalajara. [lourdesapc@yahoo.com.mx](mailto:lourdesapc@yahoo.com.mx).

<sup>3</sup> Director de la División de Ingenierías. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Universidad de Guadalajara. [carlos.pelayo@cucei.udg.mx](mailto:carlos.pelayo@cucei.udg.mx).

El trabajo de diseño curricular en cuestión, se llevó a cabo en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías para todos los programas de nivel licenciatura con el objetivo de actualizarlos y mejorarlos, dado que se tenía más de una década sin modificarlos. El ejemplo que se reporta específicamente, se llevó a cabo por los profesores autores y miembros el Comité Curricular de Ingeniería Química de la División de Ingenierías.

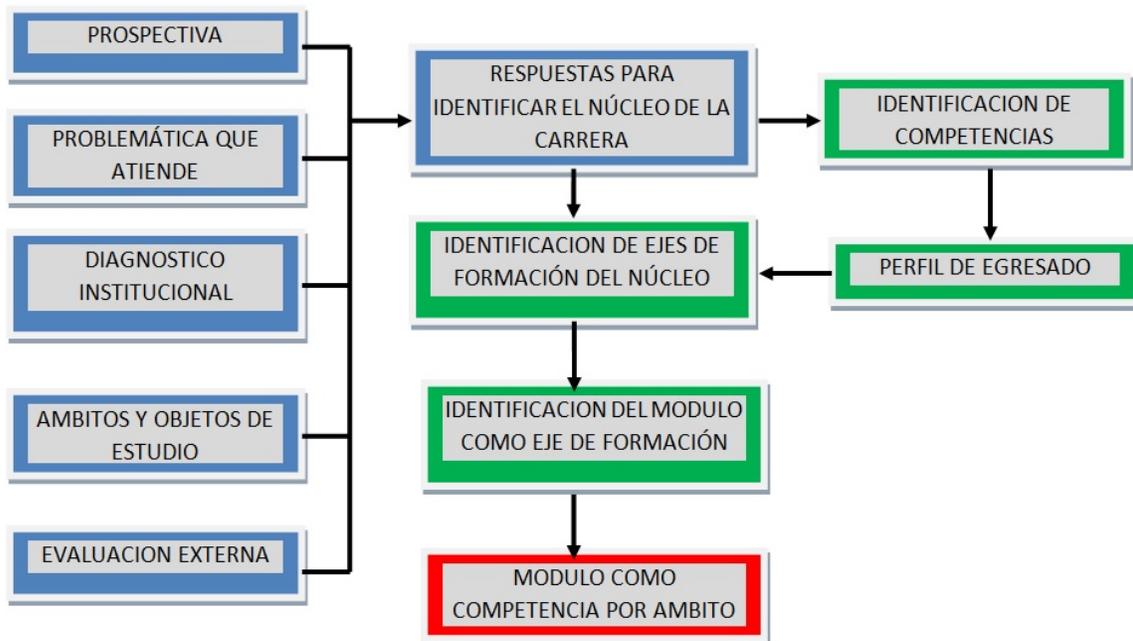
## METODOLOGÍA

La metodología propuesta considera una serie de pasos, entre otros, la prospectiva, la problematización, el diagnóstico, los ámbitos de aplicación, las competencias, los módulos y las unidades de aprendizaje. Para cada uno de estos pasos, como se puede observar en la Figura 1, se empleó un instrumento de trabajo en forma de tabla (utilizando como ejemplo ingeniería química), que a partir del análisis, discusión y fundamentación llevaron a decisiones y luego a una revisión con respecto al marco de referencia de organismos acreditadores (CACEI, 2010).

La prospectiva es un análisis del contexto y perfil profesional del pasado inmediato, el perfil actual y el perfil futuro, éste último con el propósito de asegurar la vigencia de la modificación que cause un impacto positivo en dicho contexto. Los instrumentos de trabajo de la metodología reportan en la Tabla 1. El instrumento de trabajo para obtener la prospectiva del perfil del ingeniero químico considera los elementos enunciados en el instrumento 1.

La problematización es la identificación de problemas sociales de carácter científico tecnológico actuales y que para el caso, el ingeniero como profesional puede atender; al analizar esta relación, se puede llegar a identificar a su vez, la competencia como la compleja articulación de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que se aplican para dicha problemática. La construcción de competencias genéricas y transversales se desarrolla a partir de la identificación de las problemáticas generales que se hayan reconocido previamente. Una vez definidas las competencias genéricas se deberán ubicar las funciones que desde esa competencia se pueden desarrollar en el ámbito de aplicación profesional. A partir de la problemática atendida, utilizamos un formato (instrumento 2), para identificar las líneas de intervención profesional como las funciones que permiten atender y solucionar dicha problemática. Las líneas de intervención profesionales ocurren en ámbitos de aplicación, cuyo ejercicio involucra a objetos y sujetos, así como la identificación de competencias genéricas. Se puede establecer el perfil de egreso con tres elementos: (1) capacidad, (2) en ámbitos de intervención y (3) con visión (instrumento 3).

Se propone contestar preguntas orientadoras que guíen en la identificación de la problemática y sus consecuencias en las líneas de intervención, por ejemplo ¿Cuál se considera que es la problemática objeto de atención de esta carrera? ¿Cuáles son los problemas y necesidades sociales que intervienen durante el ejercicio profesional? ¿Cómo ocurren?, ¿dónde ocurren?, ¿cuáles son las características principales? Contestando con una descripción empírica de por lo menos 3 de los problemas reconocidos señalando cual es la relación que se encuentra entre los problemas enlistados.



**Figura 1. Metodología para el diseño modular**

El *diagnóstico* institucional es un proceso que genera información vital para identificar las debilidades y fortalezas del programa educativo a diseñar o modificar. Los datos del personal académico, de los estudiantes, del plan de estudios, del rendimiento escolar, de la eficiencia terminal, de la infraestructura, de la administración, entre otros, ayudarán a contestar de hecho algunas de las preguntas de la problemática.

En esta propuesta metodológica, los módulos se consideran como los ejes de formación esenciales que organizan las actividades de aprendizaje en torno a los dominios de cada campo profesional. Su número y duración deben ser determinados considerando las competencias establecidas en el perfil de egreso. Los ejes de formación esenciales a su vez se identifican del análisis del llamado núcleo epistémico, el cual es el fundamento óptico de la carrera, su ser. Constituye el núcleo de saberes que distinguen a un profesionista de otros.

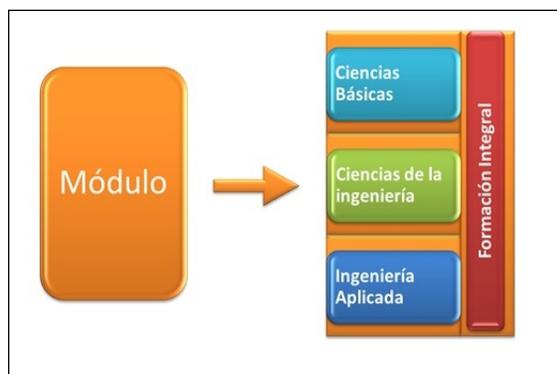
Desde un enfoque epistemológico o del conocimiento en sí (Gallego, 2008), responde a las preguntas: ¿de qué está hecha la profesión? ¿Cuáles son los ejes cognoscitivos o disciplinares que la componen?, mientras que desde un enfoque instrumental-profesional responde a las preguntas ¿qué sabe hacer un profesionista? y ¿qué necesita conocer para hacer eso?, sin duda la respuesta a esas preguntas nos identifican el modelo de dicho núcleo, como se ilustra en la Figura 2 (instrumento 4). Para contestarlas se utilizan en gran parte los primeros instrumentos descritos anteriormente y sólo agregaríamos otros como es el aporte informativo de otras IES y de las Instituciones dedicadas a la evaluación (CENEVAL) y la acreditación (COPAES).

Los ejes de formación esenciales se identifican a través del análisis de los elementos en conjunto, obtenidos para el perfil de egreso con los elementos externos para definir el módulo que se ilustra en la Figura 3 y sus unidades de aprendizaje (UA) (instrumentos 5 y 6). El módulo considera al menos 4 áreas de formación: ciencias básicas con unidades de aprendizaje como las matemáticas, la física y la química, las cuales son fundamentales para los ingenieros; ciencias de la ingeniería como la fisicoquímica y la termodinámica; la ingeniería aplicada como las operaciones unitarias y el diseño de procesos, y finalmente el área de formación integral conformada por las unidades de aprendizaje que aportan a las competencias transversales, entendidas como las que comparten las diferentes profesiones y que son importantes para un buen desarrollo administrativo y humanístico del ejercicio laboral (CACEI, 2010).

Una vez identificadas las unidades de aprendizaje, podemos proponer un orden de desarrollo de las mismas de acuerdo al nivel de conocimiento para generar una malla curricular modular (instrumento 7). Finalmente se realiza una revisión a manera de control de calidad con respecto al marco de referencia de organismos acreditadores a través de las cargas de horas y créditos de las unidades de aprendizaje (instrumento 8) (CACEI, 2010, CENEVAL, 2011).



**Figura 2. Identificación del núcleo de la carrera**



**Figura 3. Organización del módulo como Línea de formación**

**Tabla 1. Instrumentos de análisis de la metodología para el diseño modular**

Instrumento 1: Prospectiva de la carrera de ingeniería involucrada								
Campo de la vida laboral del ingeniero	Pasado reciente (2000)	Actual (2005)	Cambio	Ciencia y tecnología: modificaciones	Papel de los egresados (nivel de participación)	Prospectiva de desempeño profesional		
	Desempeño profesional					2015	2020	
Instrumento 2: Problemática en la que interviene la ingeniería involucrada								
Problemática			Líneas de intervención		Competencias asociadas a la línea			
Instrumento 3: Perfil del ingeniero								
Competencias ( C ) Ámbitos, objetos			C1	C2	C3			
Instrumento 4: (Aproximación al núcleo)								
Ejes		Competencias asociadas al eje		Modulo = Eje = M		Objetivo del Módulo propuesto		
Instrumento 5: Componentes del módulo								
Módulo	Competencias genéricas	Competencias transversales	Conocimientos (Saber)	Habilidades (Saber hacer)	Actitudes y valores (Saber ser)	Unidades de aprendizaje (UA)		
Instrumento 6: Unidades de aprendizaje de los módulos (UA)								
Módulo 1			Módulo n-1		Modulo n			
Cursos obligatorios M1			Cursos obligatorios Mn-1		Cursos obligatorios Mn			
Cursos optativos M1			Cursos optativos Mn-1		Cursos optativos Mn			
Laboratorios M1			Laboratorios Mn-1		Laboratorios Mn			
Seminarios M1			Seminarios Mn-1		Seminarios Mn			
Talleres M1			Talleres Mn-1		Talleres Mn			
Prácticas de campo M1			Prácticas de campo Mn-1		Prácticas de campo Mn			
Proyecto M1			Proyecto Mn-1		Proyecto Mn			
Instrumento 7: Generación de la malla curricular modular								
Ciclo escolar	Área de formación		Módulo 1	Módulo n-1	Módulo n			
	Básica		UA	UA	UA			
	Particular							
	Especializante							
	Optativa							
Instrumento 8: Revisión de la carga horaria								
Ciclo escolar	Área de formación		Carga IE	Carga que Acredita	M 1	M n-1	M n	Carga semanal
	IE	Organismo Acreditador						
					UA	UA	UA	

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con el análisis de la prospectiva, en el ejemplo del Ingeniero Químico, se identificó un énfasis en el aspecto sustentable y humanístico en todas las áreas del conocimiento de un Ingeniero Químico, los sistemas de seguridad e higiene en las áreas de trabajo, la actualización de ingeniería aplicada acorde a procesos de globalización (calidad, certificación y normas) y la formación de Ingenieros Químicos con perfiles más especializados. Por otra parte, el diagnóstico institucional pone en evidencia la necesidad de integrar más el conocimiento al núcleo de carrera y dejar el modelo fragmentado de unidades de aprendizaje que abundaban en los planes anteriores y además se desenfocaban del objetivo del perfil de egreso. En dicho diagnóstico se revela también aspectos a mejorar que justifican una actualización de los planes de estudio, entre estos, destaca la poca vinculación formal con organizaciones productivas, falta de espacios curriculares para el aprendizaje de un segundo idioma, poca flexibilidad para cursar asignaturas de programas educativos de otros centros, falta de un programa sistemático de tutoría, estudiantes con poco desarrollo de sus habilidades cognitivas, y falta de vinculación entre pregrado y posgrado.

Con la metodología propuesta, el análisis del perfil de egreso del ingeniero químico, identifica como competencias genéricas principales: el análisis, el desarrollo y la operación de procesos de transformación. Cuando fueron analizadas estas competencias, en sus elementos de conocimientos y habilidades se identificaron 4 ejes formativos para un ingeniero químico, como se muestra en la Figura 4, que representan el núcleo de la carrera buscado como producto en la metodología del diseño de la Figura 1.

Como una estrategia para el aprendizaje integral, se tomó como base los ejes formativos identificados, y a partir de su definición equivalente para representar módulos, se generó un diseño curricular modular. Para que cada módulo en este diseño cumpla su objetivo, se observó la necesidad de una evaluación adecuada y para ello se propone realizar un proyecto (P) por cada módulo, mismo que deberá contar con evidencia y valoración colegiada como se observa en la Figura 5.

Las unidades de aprendizaje que conforman los módulos que se presentan en la Figura 6, se identificaron de acuerdo al objetivo del módulo y a las áreas de formación descritas en la metodología, asumiendo que cada módulo varía en su distribución por el avance de la trayectoria curricular. Las unidades de aprendizaje pueden asumir diversos tipos por las actividades en el proceso de enseñanza - aprendizaje y su contexto, así tenemos desde cursos en aula hasta prácticas de campo, mismos que buscan favorecer el desarrollo de las competencias modulares que en su conjunto representarán el perfil de egreso. Entre las unidades de aprendizaje existen unidades dedicadas a la inducción y seguimiento de los proyectos.

La malla curricular ejemplo de la Figura 6 es una propuesta de 8 ciclos escolares para los estudiantes de tiempo completo, es decir, estudiantes con actividades alternas al aula pero enfocadas al aprendizaje. Sin embargo el diseño puede ser flexible, extendiendo su duración dependiendo del perfil del estudiante. Por otra parte, esta propuesta implica para la Institución, una mayor generación de ambientes de aprendizaje y una programación académica suficiente de prácticas y proyectos.



estudios, resulta en una propuesta que busca identificar las competencias en forma clara en el perfil del egresado.

Para el caso de ingeniería química se obtiene un diseño, que entre otras características, destaca una estructura modular que favorece el aprendizaje basado en el desarrollo de sus competencias a través de las unidades de aprendizaje en cada módulo, de la práctica pre-profesional y de los proyectos. Se proponen unidades de aprendizaje acorde a los ejes formativos, que aportan a las competencias identificadas.

El diseño generado por esta metodología, representa una disminución de carga en aula pero un incremento en actividades extra-aula, en donde la práctica profesional adquiere una mayor relevancia y los proyectos brindan la oportunidad de evidencia del aprendizaje adquirido. Para la institución que implementa este diseño, representa los siguientes retos: cambio de paradigmas del trabajo docente, una ampliación de los recursos y servicios académicos, así como una vinculación consolidada con el sector productivo y un banco de proyectos suficiente y dinámico que lo favorezca.

## BIBLIOGRAFÍA

Argudín Y. (2005). *Educación básica en competencias nociones y antecedentes*, México: Trillas.

Bensah E.C., Ahiekpor J.C. y Boateng C.D., 2011, *Migrating from subject-based to competency-based training in Higher National Diploma Chemical Engineering: The case of Kumasi Polytechnic*, Education for Chemical Engineers, 6(3), e71-e82.

Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C. (CACEI) (2010), *Guía de Autoevaluación 2010*, México, Comité Técnico del CACEI.

Consejo Nacional para la Evaluación de la Educación Superior. (CENEVAL) (2011), *Guía de estudio del EGEL-INQU*, México, Comité Técnico de Ingeniería del CENEVAL.

Gallego Badillo, R. (2008). *Competencias cognoscitivas. Un punto de vista epistemológico, pedagógico y didáctico*, Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.

Marzano R. J. y Pickering D.J. (2005). *Dimensiones del aprendizaje*, Jalisco, México: ITESO.

Ragusa G., Lee C.T., 2012, *The impact of focused degree projects in chemical engineering education on students, research performance, retention, and efficacy*, Education for Chemical Engineers, 7(1), e69-e77.