

LOS PROYECTOS MODULARES COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE EN PROGRAMAS EDUCATIVOS DE INGENIERÍA

E. Michel Valdivia¹
L. A. Pérez Carrillo²
C. Pelayo Ortiz³

RESUMEN

Los métodos de enseñanza presentan una tendencia a centrarse en el estudiante, lo cual representa un reto para los profesores que han enseñado históricamente con métodos clásicos. En este trabajo, se propone una estrategia basada en proyectos modulares. Considerando que el caso en cuestión es un programa de ingeniería con una estructura del plan de estudios modular, esto significa que las unidades de aprendizaje están organizadas por ejes de competencia. Se tiene como objetivo general identificar los elementos de los proyectos modulares que llevan al alumno a un esquema de investigación temprana para que estimule el desarrollo de sus habilidades cognitivas basadas en la búsqueda de soluciones a problemas reales. Como objetivos específicos se pretende identificar el mecanismo del conocimiento autogestivo del alumno como estrategia de enseñanza y también la obtención de elementos de resultado como estrategia de aprendizaje. Para los proyectos modulares, se propone una metodología que busca solucionar problemas técnicos científicos, al tiempo que desarrolle en los alumnos habilidades cognitivas de ingeniería. Se propone una estrategia que busca que el alumno inicie un aprendizaje consciente, que es consecuencia de una enseñanza en la que él participa gracias al diseño y desarrollo de los proyectos modulares, del trabajo colaborativo y del reconocimiento de su propio avance, usando la autoevaluación. Esta estrategia ha iniciado su aplicación con las primeras generaciones de un nuevo plan de estudios de ingeniería química.

ANTECEDENTES

Los planes de estudio clásicos de los programas de ingeniería, han estado diseñados con una estructura que se soporta en las ciencias básicas (matemáticas, física, química e informática o computación generalmente). Esto se ha fundamentado en la idea de brindar herramientas para las disciplinas propias de las ingenierías; mismas que son requeridas en la solución de problemas técnico-científicos que van aumentando en complejidad conforme se avanza en el plan de estudios. Los cursos que son de ciencias básicas se llevan en el principio como área de formación básica común o tronco común, dependiendo de la Institución de Educación Superior (IES), cubriéndose en muchas ocasiones sin mayor detenimiento de su aprovechamiento y usándose con poca estimación en la siguiente área de formación de la disciplina de ingeniería (área particular). Las áreas de formación tradicionales son ciencias básicas, ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada así como otras áreas complementarias de carácter optativo. En ese sentido, en el presente trabajo se propone que los cursos del plan de estudios se organicen de acuerdo a ejes de formación diferentes a los tradicionales, es decir que se organicen con base en objetivos de desarrollo de competencias llamados módulos.

Los módulos se consideraran 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

¹ Coordinador de Programas Docentes. Universidad de Guadalajara. enrique.michel@cucei.udg.mx.

² Coordinadora de Ingeniería Química. Universidad de Guadalajara. lourdesapc@yahoo.com.mx.

³ Director de la División de Ingenierías. Universidad de Guadalajara. carlos.pelayo@cucei.udg.mx.

egreso. Los ejes de formación esenciales a su vez se identifican del análisis del llamado núcleo epistémico, el cual es el fundamento óntico de la carrera, su ser. Constituye el núcleo de saberes que distinguen a un profesionalista de otros. Desde un enfoque epistemológico o del conocimiento en sí (Gallego Badillo, 2008), responde a las preguntas: ¿de qué está hecha la profesión? y ¿Cuáles son los ejes cognoscitivos o disciplinares que la componen?

Las unidades de aprendizaje que conforman los módulos, se identifican de acuerdo al objetivo del módulo y asumen diversos tipos desde cursos hasta prácticas de campo que favorezcan el aprendizaje, que debe ser congruente a la competencia, que a su vez es parte del perfil de egreso.

Una vez establecidos los módulos, su evaluación es de lo más importante para la estrategia de enseñanza y de aprendizaje y ésta se puede llevar a cabo a través de proyectos, para entonces denominarlos como proyectos modulares. Los proyectos modulares utilizados como la estrategia de aprendizaje se definen como procesos que buscan solucionar problemas técnicos científicos y que en su ejecución desarrollan habilidades cognitivas (competencias) de ingeniería. La evaluación de las competencias adquiridas en el desarrollo de proyectos, deben estar referidas mediante productos finales (Argudín Y., 2005) que son los resultados de dichos proyectos. La Figura 1 muestra la estructura del módulo y su proyecto.

Por otra parte se hace necesario definir para efectos de esta estrategia, las competencias en dos tipos: las genéricas como aquellas habilidades cognitivas que son comunes a un campo profesional específico de las ingenierías y las transversales que son aquellas habilidades cognitivas que comparten todos los campos profesionales más allá de las ingenierías. Así tenemos entonces como genérica por ejemplo, la competencia para realizar un balance de materia y energía en procesos de transformación, mientras que como transversal, la competencia de coordinar un equipo de trabajo durante el proyecto o elaborar el informe del proyecto.

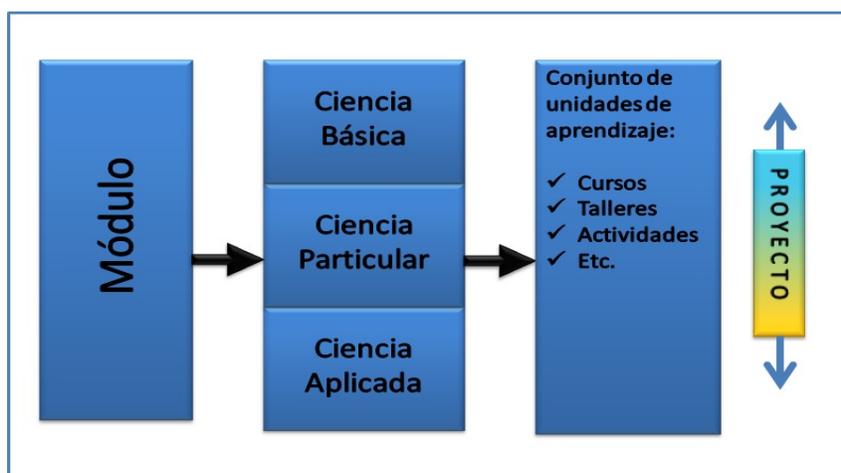


Figura 1. Estructura del módulo

METODOLOGÍA

Como hipótesis partimos de que los proyectos modulares a nivel de su estructura, deben cumplir tres aspectos: A) Como proyecto que sigue una serie de pasos y objetivos, B) Como estrategia que involucra objetivos del módulo en su desarrollo y C) Que genere resultados que logren un producto que demuestre las competencias adquiridas en el módulo. El diseño describe los aspectos, así tenemos que el aspecto A sigue la teoría de los proyectos que atienden una problemática, mismos que necesitan un planeación, ejecución y que generan resultados. El aspecto B involucra en el proyecto, lo que se conoció, comprendió, aplicó y analizó de los conocimientos de las unidades de aprendizaje del módulo; en ese sentido, podría considerarse como el aspecto más importante de la enseñanza de la competencia, ya que el estudiante se hace consciente del uso de estos conocimientos, de su practicidad y de los “ajustes” que en un momento dado realiza para el caso particular del proyecto que lo ocupa y que representan la clave de la autogestión del conocimiento en este modelo educativo.

El aspecto C se enfoca al objetivo principal del proyecto y no hay que perder de vista que aunque debe dar evidencia de las competencias genéricas adquiridas como la parte disciplinar de la carrera, también debe dar evidencia de la forma, es decir que refleje las competencias transversales que el estudiante también enseña y aprende al dar expresión a sus productos y a la calidad de los mismos.

Los proyectos modulares en sí no tendrían un impacto en la enseñanza y el aprendizaje sin su evaluación; ésta es fundamental para garantizar que se están logrando los aspectos de la estrategia que se propone; en ese sentido la evaluación es para el caso, lo que se conoce como rúbrica que es una guía o escala de evaluación, en la cual se establecen niveles progresivos de dominio relativos al desempeño que una persona muestra respecto de un proceso o producción determinada. Es una escala ordinal que destaca una evaluación del desempeño centrada en aspectos cualitativos, aunque es posible el establecimiento de puntuaciones numéricas. En todo caso, representa una evaluación basada en un amplio rango de criterios más que en una puntuación numérica única. Implica una evaluación progresiva así como el ejercicio de la reflexión y auto-evaluación (Díaz Barriga, 2006).

Como procedimiento, tomamos en cuenta que los proyectos llevan al alumno de ingeniería por diferentes etapas, y cada una de éstas puede ser sujeta de evaluación, la rúbrica resulta ser una herramienta muy conveniente para hacer dicha evaluación. Así de forma gradual se va generando a manera de reflexión la enseñanza, el aprendizaje y al final del proceso experimentado una autoevaluación del alumno acerca de las competencias adquiridas.

La evaluación completa del proyecto modular, incluye el proyecto en sus partes, en donde debe existir una relación de la problemática que se aborda con elementos del módulo; de la planeación como estrategias de solución, que incluyen herramientas que se estudiaron en el módulo; de la ejecución y de los resultados, que implicarán una carga importante del uso y desarrollo de las competencias genéricas. Por otra parte, también habrá relación de la evaluación de la calidad del proyecto con las competencias transversales y en este sentido, la co-evaluación tiene más influencia en esta zona. Finalmente la autoevaluación que está presente como el elemento estratégico que pretende ser el que dice la última palabra, es decir que valora como son los resultados, como es su calidad, qué de las competencias

genéricas se desarrollaron, qué de las transversales y hasta de la co-evaluación; todas las fases descansan en ella. La Figura 2 muestra la evaluación de los proyectos modulares.

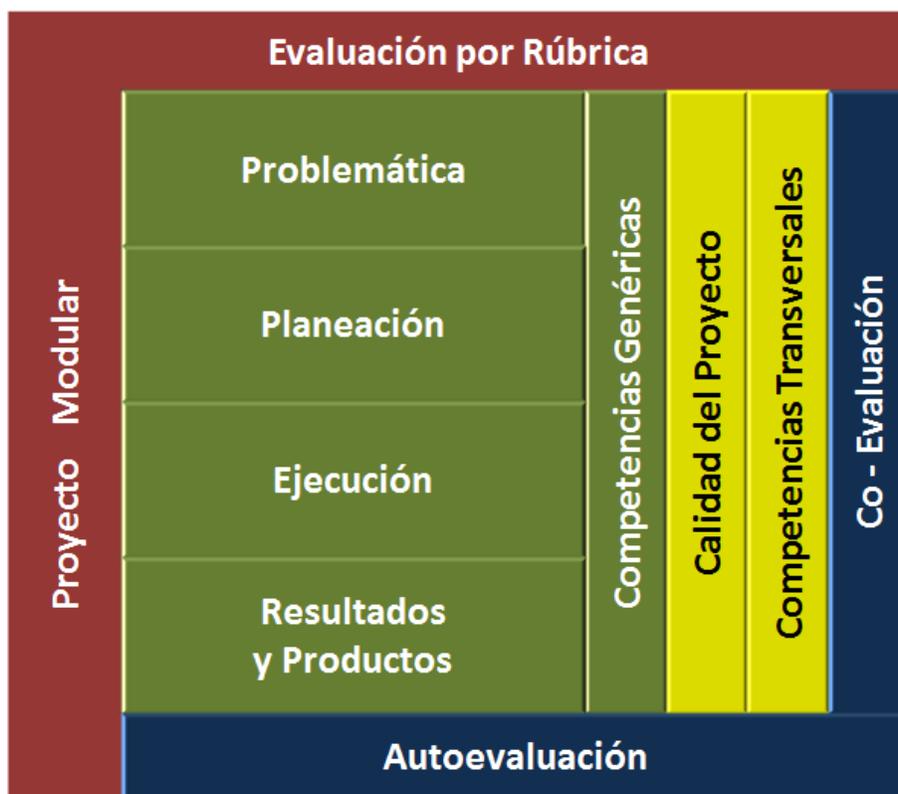


Figura 2. La evaluación de los proyectos modulares

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Primero presentamos el instrumento de rúbrica de evaluación de los proyectos modulares de ingeniería, mismo que considera los aspectos descritos en la metodología y los lleva a una propuesta general de valoración de los proyectos que desarrollan los alumnos de ingeniería; la Tabla 1 muestra la evaluación de los proyectos modulares y sus criterios que a continuación se explican como parte de los resultados del presente trabajo.

El aspecto B, señalado en la metodología se incluye principalmente en la problemática que aborda un proyecto, ésta puede llevar a la discusión orientada a un proceso de análisis centrado en la toma de postura del alumno ante dicha problemática y a la búsqueda de decisiones o de soluciones o vías de acción y concluye con una reflexión del proceso. Así, podemos plantear que ocurre una secuencia, no lineal sino interactiva, donde hay observación, análisis o prescripción generada por los conocimientos y habilidades adquiridas por el alumno durante el módulo. La discusión se construye poco a poco en torno a las preguntas que plantea el equipo formado por los alumnos o el profesor; el producto de este ejercicio puede llevar a la hipótesis sustentada que genera la estrategia de solución del proyecto a la hora de ejecutarlo.

Queremos destacar que los resultados de los proyectos modulares deben respaldarse con productos finales. Se ha discutido mucho acerca de cómo deben ser los productos que den evidencia de las competencias adquiridas por el alumno respecto a un módulo; de nuestra parte consideramos que este asunto debe ser abierto y versátil, es decir existen varias formas para demostrar las competencias genéricas y transversales.

En consecuencia, si bien los proyectos de investigación formal (tesis) son muy productivos por el uso del método científico y la generación de resultados, así como de la expresión de los mismos como evidencias de aprendizaje; existen otras actividades que pueden demostrar que se han logrado las competencias genéricas y transversales, esto además si tomamos en cuenta el perfil de los futuros ingenieros como agentes que se involucran en forma temprana en actividades profesionalizantes, tales como las llamadas prácticas pre-profesionales, las estancias académicas en otras IES, el servicio social en instituciones de gobierno, en concursos académicos, en las evaluaciones externas y otras actividades extra-aula, que llevan a los alumnos a experimentar problemáticas de campo que en un momento dado, les permiten experimentar y adquirir habilidades cognitivas tan productivas que podrían dar suficiente acervo como para generar informes o reportes técnicos como productos interesantes para la evaluación modular y su evidencia.

Para cada criterio en la Tabla 1 se formulan indicadores por niveles de dominio, con el fin de medir con claridad los niveles de logro de los estudiantes a medida que se vayan realizando las actividades de aprendizaje; los niveles de dominio de la rúbrica se toman de los cuatro niveles propuestos por Tobón en donde define el nivel estratégico como el que alcanza el estudiante que analiza sistemáticamente las situaciones, considera el pasado, el futuro y presenta creatividad e innovación; el nivel autónomo como el que alcanza el estudiante que se personaliza de su proceso formativo, tiene criterio y argumenta los procesos; el nivel básico como el que presenta el estudiante que tiene algunos conceptos esenciales de la competencia y puede resolver problemas sencillos; y el nivel inicial-receptivo como el que presenta el estudiante que tiene nociones sobre el tema, algunos acercamientos al criterio considerado y requiere de apoyo continuo (Tobón, 2010).

Por otra parte, aunque la autoevaluación forma parte de la rúbrica y participa de ella con un porcentaje, se propone ponderarla con una valoración numérica que no tiene que ver en forma directa con los niveles de dominio mencionados anteriormente. La valoración de la autoevaluación tiene que ver más con la percepción del estudiante acerca de su propio aprendizaje y cómo es que lo ha logrado; ya sea por la auto-gestión del conocimiento, por el trabajo colaborativo con sus compañeros o por la orientación del profesor. En consecuencia cómo se hace consciente de esta autoevaluación a lo largo del proyecto, como hace uso de lo aprendido en las unidades que conforman el módulo y cómo son los resultados que dan evidencia de su competencia.

La evaluación de la calidad de los resultados de los proyectos en forma de productos (evidencias), también debe considerarse en la estrategia de la enseñanza y el aprendizaje, porque lleva de manera consecuente a la reflexión de las competencias transversales. Por ello, proponemos otra rúbrica para evaluar la calidad de los proyectos modulares que considera de manera principal, la argumentación, el formato, la congruencia y la co-evaluación; la Tabla 2 muestra la evaluación de la calidad de los proyectos modulares.

La co-evaluación se lleva a cabo por los compañeros de proyecto, que como pares académicos, obtienen una experiencia compartida, en donde se puede dar el liderazgo, la distribución de las tareas considerando el talento humano de cada uno de sus miembros y la responsabilidad compartida que se une para el logro del proyecto. La co-evaluación trasciende a egresados que la ponen en práctica frecuentemente en las empresas como profesionistas de un campo que interactúan con otros de diferentes disciplinas y que trabajan en equipo para lograr un objetivo común.

Tabla 1. Rúbrica para la evaluación de proyectos modulares

EVALUACIÓN DE PROYECTOS					
CRITERIOS (aspecto A)	Ponderación	Estratégico	Autónomo	Básico	Inicial-receptivo
Módulo X: Objetivos					
Etapa 1 del proyecto: Problemática (aspecto B)	10%	Presentación con todos los elementos de la problemática, argumentada y referenciada	Presentación con la mayoría de los elementos de la problemática, argumentada y referenciada	Presentación con pocos elementos de la problemática, argumentada y referenciada.	Presentación con pocos elementos de la problemática, poco argumentada y referenciada.
Etapa 2 del proyecto: Planeación	15%	Presentación con todos los elementos de la matriz FODA	Presentación con la mayoría de los elementos de la matriz FODA	Presentación de la matriz FODA con elementos apenas suficientes.	Presentación con pocos elementos de la matriz FODA.
Etapa 3 del proyecto: Ejecución	15%	Documento y presentación con todos los elementos de desarrollo	Documento y presentación con la mayoría de elementos de desarrollo	Documento y presentación con algunos elementos de desarrollo	Documento y presentación con pocos elementos de desarrollo
Etapa 4 del proyecto: Resultados y productos (aspecto C)	20%	Analiza sistemáticamente la situación, considera el pasado y futuro, presenta creatividad e innovación	Se personaliza de su proceso formativo, tiene criterio y argumenta los procesos	Tiene algunos conceptos esenciales de la competencia y puede resolver problemas sencillos	Tiene nociones sobre el tema y algunos acercamientos al criterio y argumenta los procesos
Etapa 5 del proyecto: Auto – evaluación de objetivos del módulo	15%	91% o más de aceptación en la auto-evaluación.	81% y 90% de aceptación en la auto-evaluación.	71% y 80% o más de aceptación en la auto-evaluación.	61% y 70% de aceptación en la auto-evaluación.

Al poner en práctica la estrategia a través de su aplicación en un plan de estudios, el de ingeniería química específicamente, identificamos cuatro módulos que representan el núcleo de la carrera y como competencias a desarrollar en este ingeniero: el análisis, el desarrollo y la operación de procesos de transformación.

Para ello, se presenta un diseño como guía de los proyectos modulares, el cual es consecuencia de la definición de los ejes formativos de un ingeniero químico: Fundamentos y fenomenología de procesos de transformación, procesos de transformación básicos y sistemas de procesos de transformación; para evaluarlos se proponen los proyectos

modulares marcados como trayectorias. La Figura 3 presenta el diseño de los módulos del plan de estudios de ingeniería química y sus proyectos (Michel V., 2014).

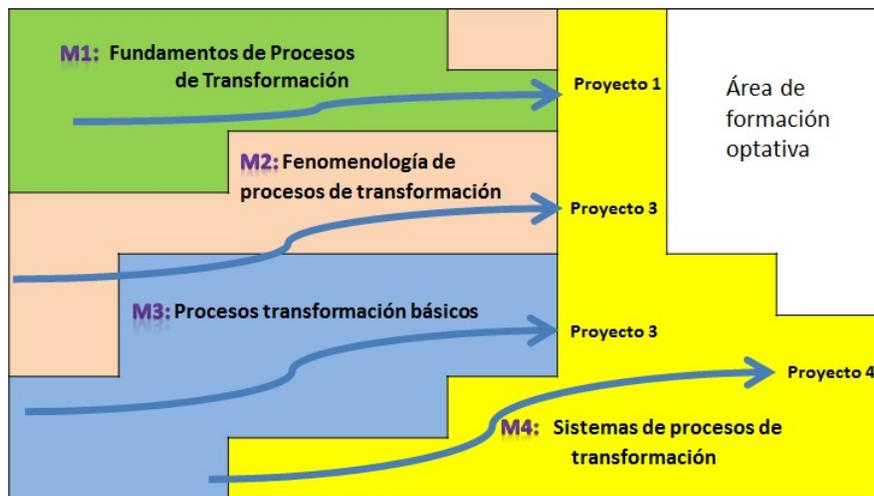


Figura 3. Módulos del Programa de Ingeniería Química

Cuando usamos la estrategia con alumnos de ingeniería química del plan modular, identificamos que éstos se encuentran cursando los primeros semestres, dado que iniciaron con este nuevo modelo recientemente. Estos alumnos están cursando el primer módulo, realizando proyectos básicos en los que se pretende que apliquen las habilidades cognitivas a problemáticas de nivel de ciencia básica, las actividades se enfocan más a lo que es un proyecto, cómo organizarse en equipo para desarrollarlo y cómo acercarse los recursos académicos necesarios para dicho proyecto. Se observa que en primera instancia, dada la situación, los alumnos en cuestión, se han enfocado más a desarrollar las competencias transversales en relación a las competencias genéricas.

Por otra parte, las auto-evaluaciones de estos alumnos reportan sesgos a las formas más que a la argumentación de fondo de las disciplinas que se manejan en el proyecto, esto no es de extrañarse si consideramos lo ya mencionado con respecto al avance inicial y la zona académica básica. Con respecto a las co-evaluaciones, éstas privilegian el compañerismo en donde si existen elementos objetivos proporcionados por la rúbrica, pero también reflejan una actitud solidaria del grupo antes que personal.

Esto podría deberse a varios factores: uno de ellos es la implementación reciente del plan de estudios; otro es que los alumnos se encuentran cursando la zona de ciencia básica que es mayoría en este módulo (matemáticas, física, química, introducción a la termodinámica y a los balances de materia y energía de procesos) y el otro es debido a la etapa de inducción a la institución, en la que se promueve más el conocimiento y uso de los recursos que se tienen a disposición, tales como gestión de la información y habilidades de trabajo colaborativo.

Aunque por el momento estos elementos dominan esta zona de la currícula sobre los conocimientos genéricos de la ingeniería química, consideramos que esto cambiará

substantialmente a partir del módulo 2, en dónde se planea una oferta de proyectos que se enfocarán a problemáticas de ciencia de la ingeniería.

Tabla 2. Rúbrica para la evaluación de la calidad de los proyectos modulares

EVALUACIÓN DE CALIDAD DE LOS PROYECTOS MODULARES					
CRITERIOS	Ponderación	Sobresaliente (1)*	Bien (0.8)	Regular (0.7)	Mínimo (0.6)
congruencia	25%	Construcción clara y ordenada de los elementos	Construcción que da idea de una secuencia ordenada	Construcción regular de los elementos	Construcción incipiente de los elementos
Argumentación	25%	Presencia de todos los argumentos y referencias	Presencia de la mayoría de argumentos y referencias	Presencia de algunos argumentos y referencias	Presencia de pocos argumentos y referencias
Formato	25%	Cumple con todos los elementos del protocolo de redacción, imágenes y gráficos	Cumple con la mayoría de los elementos del protocolo de redacción, imágenes y gráficos	Cumple con algunos elementos del protocolo de redacción, imágenes y gráficos	Cumple con pocos elementos del protocolo de redacción, imágenes y gráficos
Co- evaluación	25%	Aporta ideas creativas e innovadoras y trabaja más allá de su asignación	Aporta ideas creativas y trabaja bien en su asignación	Trabaja bien en su asignación y alineado a las ideas de los demás	Trabaja en los elementos asignados sin más aportación

CONCLUSIONES

Los módulos como organización de actividades académicas con objetivos definidos, pueden ser exitosos si se llevan a cabo con suficientes recursos y organización. En este contexto se identifica que la evaluación de los módulos a través de proyectos es substancial para lograr dicho éxito desde el punto de vista del desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes.

La estrategia usa los proyectos como medios de evaluación involucrando la co-evaluación y la auto-evaluación como elementos clave de la reflexión que se debe dar en el alumno a lo largo de las etapas del proyecto, pero principalmente en los resultados. Se presenta una rúbrica como instrumento de evaluación de los proyectos modulares en programas de ingeniería.

Esta estrategia ha iniciado su aplicación con las primeras generaciones de un nuevo plan de estudios de ingeniería química que al momento reporta la necesidad de atender primero las competencias transversales como base de las competencias genéricas; los alumnos están reconociendo el aprendizaje consciente como parte de las competencias transversales; consideramos que esto es un logro, aunque sabemos que las competencias genéricas son las que aportan la esencia del perfil de egreso, sin embargo en los siguientes módulos estudiaremos la evolución de ambas competencias y sobre todo el uso de este modelo.

La estrategia propuesta es más que un instrumento de diseño, consideramos que es el detonante buscado para que el alumno inicie un aprendizaje consciente que aporte a su formación por áreas y que debe reconocer en él como su perfil de ingeniero.

BIBLIOGRAFÍA

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

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

Díaz Barriga A. F. (2006), *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*, México: Mc Graw Hill Interamericana

Tobón. S., Pimienta Prieto. J.H., Garcia Fraile J.A. (2010), *Secuencias Didácticas: Aprendizaje y evaluación de competencias*, México: Prentice Hall

Michel Valdivia, E., Pérez Carrillo. L.A., Pelayo Ortiz, C., 2014, *Diseño de planes de estudio de ingeniería con estructura modular*, XLI Conferencia Nacional de Ingeniería, Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería.