

ESTRATEGIA DE VINCULACIÓN PARA LA MEDICIÓN DE COMPETENCIAS DE EGRESO EN LA FORMACIÓN DEL INGENIERO

E.G. Cabral Velázquez¹

RESUMEN

El presente trabajo integra resultados de la implementación de una experiencia vivencial no convencional para el fortalecimiento y la medición de competencias de egreso en alumnos del área de ingeniería del Tecnológico de Monterrey. El marco de la experiencia definida como *Assessment Center*, fue la elaboración de soluciones válidas a una problemática real de empresa que presentó limitantes frente a retos de cambio. Para su desarrollo, se establecieron la metodología y los lineamientos para el diseño de un ambiente de colaboración que promovió la mayor participación e interacción a través de la reflexión, análisis y discusión en grupo, buscando consigo cambios de conducta y la reorientación de la toma de decisiones toda vez que fue reconocido el impacto de éstas. El despliegue de la metodología se realizó en el último período de preparación profesional del alumno de Ingeniería Química, lo que permitió obtener resultados sobre su desempeño con la medición de las habilidades de conexión de la teoría a la práctica, la fundamentación de alternativas de solución desde un enfoque sistémico, consciente y responsable de las limitantes del entorno, así como el nivel de actuación en grupos de colaboración; los períodos de estudio fueron 2017 y 2018. Si bien la experiencia permitió resultados sobre el nivel de desarrollo de competencias, se precisa realizar un seguimiento del egresado toda vez que se desempeña en el marco laboral para la retroalimentación correspondiente al proceso y llevar a cabo adecuaciones pertinentes.

ANTECEDENTES

Continuar con un desarrollo de sociedades más integradas, conscientes de un medio condicionado (Aznar y Ull, 2009), requiere la inclusión de profesionistas líderes que enfrenten retos de cambio (Gray, 2016) y resuelvan problemáticas complejas. Por lo anterior, cobra mayor sentido una formación profesional a través del desarrollo de competencias, que si bien, aseguran el dominio de conocimientos del área disciplinar, de igual forma deben desarrollar o fortalecer actitudes y valores como agentes de cambio conscientes y responsables (Delors, 1996). Con esta base, es ineludible llevar a cabo la formación de profesionistas bajo un modelo tendiente a establecer experiencias vivenciales más enfocadas a analizar y resolver problemáticas de índole real.

En la experiencia del Tecnológico de Monterrey, en su Modelo Educativo, Modelo Tec21 (Tecnológico de Monterrey, 2016), se definen los Programas Formativos de Profesional, donde se distingue la formación de profesionistas que enfrentan nuevos paradigmas, avances y múltiples transiciones en su actuación e interacción social (Tecnológico de Monterrey, 2015). Para consolidar dicha formación, el modelo centrado en el alumno estipula el desarrollo de competencias clave (Escamilla, *et al*, 2015a). tanto profesionales como personales y caracteriza una serie de estrategias que favorecen la preparación a través de escenarios que vinculan al alumno con su entorno (Escamilla, *et al*, 2015b).

Bajo este marco, se generan entornos significativos donde se llevan a cabo prácticas de aprendizaje no convencionales que se fundamentan en los alcances de las competencias (tipo y nivel) y el momento en que el alumno se encuentra en el plan de estudios. La estrategia

¹ Profesora de Planta del Departamento de Física y Matemáticas de la Escuela de Ingeniería y Ciencias del Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México. gcabral@tec.mx

base preferencia el *Aprendizaje Basado en Retos (ABR)*, ya que, tiene como propósito que el estudiante desarrolle habilidades para enfrentar y resolver problemáticas actuales, a partir de un análisis sistémico de sus elementos y de las circunstancias del medio en que se presentan. Es esencial, por tanto, la vinculación con el entorno, la aplicación de conocimiento para conectar la teoría a la práctica y fundamentar las propuestas de solución en un ambiente de colaboración. Para constatar el desarrollo de competencias en el transcurso de la dinámica se construye un marco de evaluación (Frade, 2013) que, por medio de diversos instrumentos de observación y medición integradores, permite la reflexión y la retroalimentación al término de dicha dinámica.

En esta línea de preceptos y con el objetivo de contribuir en los procesos educativos que lleven consigo la formación integral del alumno y el aseguramiento de esta a través de esquemas de evaluación sobre el hacer o actuar esperado, en el presente artículo se describe el desarrollo de un trabajo que consistió en la implementación de una metodología de evaluación no convencional, dirigida a la medición y el aseguramiento de competencias disciplinares y transversales de egreso adquiridas. El grupo de enfoque fue del área de Ingeniería Química del Tecnológico de Monterrey, específicamente graduandos de los períodos 2017 y 2018.

Como resultado del trabajo, primeramente, se identificó que, en el diseño curricular la participación de forma colegiada, academia-grupos de interés, prevalece y permite la retroalimentación continua sobre la definición del hacer o actuar esperado en el proceso de formación del profesionista que se desempeñará en un marco laboral. En segundo término, en el plan y programa de carrera se encontraron objetivos claros y dirigidos hacia el desarrollo de competencias de egreso concertadas; en un común, para su desarrollo se diferenciaron ambientes de aprendizaje basados en actividades, tareas y proyectos incluyentes de experiencias vivenciales.

Finalmente, se encontró el diseño de entornos de medición significativos vinculados a escenarios reales que permitieron, adicionalmente al fortalecimiento de competencias disciplinares y transversales, el desarrollo de una experiencia de evaluación integral del desempeño. Dicha evaluación, fue constituida por un ejercicio basado en un caso real de empresa bajo un esquema equivalente al que se presenta en el campo profesional, de tal forma que se logró observar, medir y retroalimentar el desempeño del alumno integrado en un equipo de colaboración, toda vez que enfrentó la problemática a resolver y presentó la propuesta de solución en sus diferentes etapas.

En esta dinámica, si bien se constata el desarrollo de competencias de egreso, se identificó la falta de articulación de los resultados con una siguiente fase relacionada con el nivel de desempeño laboral posterior del profesionista, por lo que se sugiere, dar seguimiento a ésta con una medición comparativa que permita el fortalecimiento del marco de evaluación (Frade, 2013), consigo del proceso de formación.

METODOLOGÍA

Especificaciones generales

Con base en lineamientos institucionales y en la dinámica de generación de entornos significativos donde se llevan a cabo prácticas no convencionales se definió el *Assessment*

Center (AC) como actividad a desarrollarse en el último semestre de las carreras de ingeniería para fortalecer y evaluar competencias terminales estipuladas en el perfil de egreso de los programas profesionales; específicamente y por el interés del presente trabajo, se focaliza la carrera de Ingeniero Químico Administrador.

El ejercicio se centró en el alumno y en el equipo de trabajo integrado, así mismo, en la medición cualitativa y cuantitativa de competencias disciplinares y transversales declaradas en el perfil de egreso y, por tanto, esperadas al término del proceso de formación. La planeación se fundamentó en la estrategia *ABR* y la técnica de Método de Casos por la posibilidad de contar con la inmersión total del estudiante y el alcance en el entrenamiento de generación de propuestas de solución a problemáticas reales a través de una participación activa y reflexiva acorde al escenario planteado.

Para el diseño, se integró un grupo de trabajo: Director de Departamento, Director de Carrera, Profesores del área disciplinar de Ingeniería Química de la Escuela de Ingeniería y Ciencias, coordinado con la Dirección de Certificaciones, cuyos objetivos fueron:

- Homologación de los intereses planteados por la academia para el desarrollo de una experiencia vivencial basada en *ABR* y en el método de caso: problemática a resolver, alcances, práctica, ambientes, interacción y tiempo.
- Identificación de las características de la actividad con base en las competencias de egreso: temática, objetivos y el nivel de trabajo esperado por la formación en los distintos niveles del proceso de formación.
- Especificación de las condiciones orientadoras (instruccionales) hacia el alcance del mejor resultado.
- Identificación de los recursos necesarios para llevar a cabo la actividad.
- Definición del sistema de evaluación, registro de resultados, retroalimentación, y generación de reportes, con vista a mejoras del proceso

Procedimiento

Primera etapa. Se revisaron los términos del Modelo Educativo TEC21 para identificar los elementos de formación basado en competencias disciplinares (profesionales) y transversales (personales); así mismo, se integró y se revisó la información del programa profesional de interés buscando la determinación de objetivos y alcances vinculados al desarrollo de las competencias estipuladas en el perfil de egreso.

Segunda etapa. Se identificó la formalización de la estrategia *Assessment Center (AC)*, objetivo: Medir las competencias disciplinares y personales de egreso que debe de tener el profesionista al momento de graduarse, a través del ejercicio que modela una situación de trabajo similar a las que enfrentarán los candidatos en su futuro desempeño laboral, marcando un nivel de exigencia para proyectar su posible rendimiento ante dichas situaciones.

Partes esenciales

- Técnica didáctica: Método de Casos, modelo centrado en buscar el entrenamiento en la resolución de situaciones donde no se da la respuesta correcta, pero exige estar abierto a soluciones diversas para concluir en toma de decisiones.
- Equipos de trabajo colaborativo, cada uno integrado por 4 o 5 estudiantes.

- Espacio de colaboración que permita el despliegue de la dinámica y la inmersión total de cada uno de los equipos independientemente, para llevar a cabo las actividades individuales y en equipo, simulando un contexto laboral con un caso a resolver dentro de un marco de tiempo controlado
- Instrumento de evaluación y medición de las competencias adquiridas por los candidatos a graduarse en forma individual y trabajando en equipo. Consiste en una guía o rúbrica de observación basada en indicadores de medición sobre los procesos de aprendizaje que en el momento se producen. Tabla 1 ejemplifica los niveles de desempeño y valores correspondientes, 1: excede 4, cumple 3, por debajo 2 e incumple 1.

Tabla 1. Guía de observación.

Dimensión:	Compromiso con el medio ambiente				
Medición	Excede	Cumple	Por debajo	Incumple	Comentarios
ALUMNO A	Realiza un FODA completo de los procesos Batch y continuo, e identifica los beneficios e inconvenientes sociales, ambientales y económicos que los procesos ofrecen.	Realiza un FODA completo de los procesos Batch y continuo, pero no identifica algunos de los beneficios e inconvenientes sociales, ambientales y económicos que los procesos ofrecen.	Realiza un FODA incompleto de los procesos Batch y continuo, y no identifica alguno de los beneficios e inconvenientes sociales, ambientales y económicos que los procesos ofrecen.	Realiza un FODA incompleto de los procesos Batch y continuo, y no identifica ningún beneficio e inconveniente sociales, ambientales y económicos que los procesos ofrecen.	

Fuente: Plataforma AC

- Comité de evaluadores constituido por directivos, profesores del área, asesores y se subraya la participación externa de consultores, personas con experiencia en la disciplina y/o experiencia en recursos humanos, para una evaluación objetiva y acorde con la realidad laboral.
- Condiciones orientadoras para alumnos, evaluadores y facilitador, que permiten conocer los criterios de participación y desarrollo de la estrategia.
- Recurso tecnológico de apoyo, Plataforma AC, permite presentar las guías de observación, los indicadores y su medición e integrar la evaluación del desempeño del alumno para su respectiva retroalimentación, Tabla 1.
- Presentación del caso, escenario semiestructurado que referencia una situación real (Lozano, 2012) documentada por la academia; al respecto cabe señalar que, por acuerdo del manejo de información confidencial, se omiten algunos datos y el nombre real de la empresa.

La Ingeniería Química puede contribuir de manera importante al desarrollo de procesos sustentables con el medio ambiente.

Uno de ellos es el manejo y disposición de solventes, cuyo uso es ampliamente difundido en el sector industrial y residencial. Los solventes son sustancias orgánicas con usos tales como: disolventes, agentes de limpieza, vehículos, diluyentes, etc.

Este tipo de sustancias tienen la capacidad de disolver sustancias sólidas, líquidas y gaseosas, sin reaccionar con ellas, no obstante, son tóxicas e inflamables, y una exposición prolongada puede provocar efectos negativos para la salud.

Los solventes residuales son sustancias que pueden regenerarse y recuperarse de manera que puedan ser reutilizados, evitando su confinamiento y aportando un beneficio económico derivado de su comercialización.

SM es una empresa mexicana especializada en la distribución de insumos industriales con una oferta en múltiples productos de calidad que incluyen la elaboración de papel, cartón, químicos, solventes y lubricantes.

Recientemente, esta empresa líder publicó una convocatoria para contratar ingenieros de procesos con competencias en el manejo y análisis de información clasificada. El proceso de contratación requiere que los candidatos realicen un análisis de factibilidad técnico-económica para separar eficientemente mezclas recicladas de solventes, el análisis deberá incluir una propuesta y presentación del proceso de separación seleccionado.

Su análisis y propuesta deben responder los cuestionamientos que la empresa les proporciona en una serie de retos.

Reto 1. Selección del proceso de separación: Análisis de los procesos para la separación de mezclas recicladas de solventes, con una elevada eficiencia de recuperación; considerando además su factibilidad técnica, económica y de impacto ambiental.

Reto 2: Balances de materia y energía: Flujos totales de los productos en Kg/h, Composición de los productos en fracción masa, Calor suministrado al sistema para llevar a cabo la separación en Kcal/h, considerando que la planta opera 22 días al mes, con un turno de 12 horas por día

Reto 3. Elección del tipo de destilación más adecuado (simple o por etapas), para llevar a cabo la separación de la mezcla reciclada de solventes: Análisis técnico con los criterios utilizados.

Reto 4. Diagrama de flujo utilizando la simbología estándar para el proceso de separación de mezclas recicladas de solventes en operación continua.

Reto 5. Propuesta de un procedimiento, de tal manera que, pueda el proceso cumplir la normatividad ambiental en su fase industrial: factibilidad de separar mezclas de solventes para su reciclaje a escala laboratorio y su escalamiento a nivel industrial, utilizando todos los medios posibles de captación y control de contaminación.

Reto 6. Análisis del uso eficiente de los recursos, así como, la disposición de los residuos derivados del proceso (agua, gases y sólidos) e identificar si el proceso

de separación que proponen es candidato o no a alguna de distinción por el manejo de residuos y el uso eficiente de los recursos y porqué.

Reto 7. Dilema que se presenta por una condición de riesgo que requiere toma de decisiones.

Reto 8. Propuesta de innovación en la industria de reciclado de solventes indicando las acciones necesarias que debe tomar la empresa para implementar un proceso continuo de reciclado de solventes, dándole una ponderación a los retos y riesgos del proyecto, para que los inversionistas tomen una decisión.

RESULTADOS

Fue medular el trabajo de colaboración Academia, Director de Departamento y Director de Carrera y Dirección de Certificaciones para la fundamentación y el despliegue de la dinámica.

Primera etapa. Se constataron en el perfil de egreso de Ingeniería Química, 14 competencias para su medición a través del ejercicio *Assessment Center* (Tabla 2) de las cuales, por interés y extensión del presente trabajo, se enfatizan los resultados relativos a 2 competencias disciplinares (CD) que en concreto promueven el compromiso con el desarrollo sostenible y sus términos equivalentes como el cuidado del medio ambiente:

- (CD) Habilidad para diseñar un sistema, proceso o componente para satisfacer las necesidades deseadas dentro de restricciones realistas en términos económicos, ambientales, sociales, políticos, éticos, de salud y seguridad, fabricación y sustentabilidad
- (CD) Demostrar la preparación académica necesaria para comprender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social (PNUMA, 2010).

Derivado de una estrategia institucional que suma a la formación del estudiante en las competencias mencionadas, se encontró que el alumno desarrolla y fortalece sus habilidades inscribiendo más de 3 cursos de la disciplina, conteniendo objetivos que describen la acción de manejar términos y principios de sostenibilidad, Tabla 3, Ciencias Naturales y desarrollo sustentable, Química industrial, Química de productos y Diseño de procesos químicos. Así mismo, fortalece la competencia en otros cursos inscritos que incorporan el desarrollo sostenible.

Segunda etapa. La Dirección de Certificaciones (DC) diseñó el espacio de trabajo contextualizando las situaciones que se desearon abordar toda vez que se estableció el nivel de desempeño a medir. Apoyó la integración de los comités de evaluación, la disposición de recursos materiales y rúbricas (Tabla 1) y la plataforma tecnológica, en un trabajo continuo de colaboración con la Academia, Director de Departamento y Director de Carrera y Grupos de Interés como empresas e instituciones.

Tabla 2. Competencias y criterios de medición.

Competencia	Criterio
1 El alumno diseñará equipo de procesos o procesos químicos completos para la producción de materiales o productos que satisfagan las demandas específicas del mercado.	1.1 El alumno diseña procesos químicos completos, de manera satisfactoria y de acuerdo a criterios previamente establecidos.
2 El alumno identificará, formulará y resolverá problemas relacionados con la ingeniería de procesos.	2.1 El alumno plantea diagramas de flujo a partir de la descripción de un proceso químico dado, de manera satisfactoria y de acuerdo a criterios de cumplimiento previamente establecidos.
3 El alumno diseñará procedimientos y dispositivos experimentales para utilizarlos en la obtención de información necesaria para la industria química.	3.1 El alumno realiza proyectos en donde propone y diseña los procedimientos para llevar a cabo un proceso experimental de obtención de datos, de manera satisfactoria y de acuerdo a criterios previamente establecidos.
4 El alumno integrará y aplicará conocimientos de ciencias básicas a la solución de problemas reales que se presentan en la ingeniería de procesos.	4.1 El alumno es capaz de plantear y resolver problemas de balances de materia y energía con y sin reacción química en régimen permanente, así como de obtener las propiedades termodinámicas mediante el uso de tablas, diagramas y ecuaciones de estado sencillas (gas ideal y factor de compresibilidad).
5 El alumno será capaz de desarrollar o mejorar productos y servicios innovadores y de calidad, tomando en cuenta su proceso productivo, identificando oportunidades de negocios en la industria química considerando las necesidades del mercado, su factibilidad técnica y económica y el impacto del mismo en su entorno.	5.1 El alumno propone la creación de nuevos productos, o innovaciones o mejoras a productos o procesos químicos existentes, basándose en información técnica y normativa de actualidad y de fuentes profesionales, bajo los principios del desarrollo sustentable.
6 El alumno comprenderá la importancia del compromiso ético de la práctica de su profesión.	6.1 El alumno conoce el código de ética de la profesión (IMQ, AIChE, American Chemical Society, o "Code of Ethics for Engineers" y "Canons of Ethics for Engineers" del NSPE (ABET)).
7 El alumno participará en equipos multi e interdisciplinarios.	7.1 El alumno demuestra su capacidad para desarrollar proyectos en equipo de manera satisfactoria de acuerdo a criterios previamente establecidos.
8 El alumno comunicará correctamente, en forma oral, escrita o gráfica, los resultados de un proyecto ingenieril.	8.1 El alumno presenta un reporte técnico oralmente, de acuerdo con criterios previamente establecidos.
9 Dominio del inglés en las habilidades de lecto-escritura y comprensión oral.	9.1 El alumno al graduarse cuenta con un puntaje TOEFL de al menos 550 puntos.
12 El alumno tiene capacidad de generar nuevas ideas y de realizar las acciones necesarias para pasar del campo de las ideas al campo de la realidad. Es creativo, curioso, inquisitivo e imaginativo, y tiene gusto por experimentar y por la diversidad, sin miedo a romper paradigmas. Asimismo, es proactivo, persistente y orientado a la acción, con empuje e iniciativa. El alumno tiene la habilidad de generar y evaluar la factibilidad de nuevas ideas, tomar decisiones y asumir riesgos, así como la habilidad para influir en las personas, atraer recursos y trabajar en equipo.	12.1 Capacidad de innovación
13 El alumno demostrará capacidad para influir y motivar a los demás, fijar metas y trabajar efectivamente con equipos para concretar acciones.	13.1 Liderazgo en la gestión interna del equipo.
14 Interés y conciencia de las consecuencias que las acciones y decisiones, tanto personales como profesionales, tienen sobre el bienestar de las generaciones futuras, sin comprometer el bienestar de la generación actual. Capacidad para asegurar la productividad de los recursos naturales y la conservación de las especies de flora y fauna, haciendo una apropiación sostenible de dichos recursos. Capacidad para equilibrar la generación de riqueza (valor económico) con la disponibilidad duradera de los recursos en un horizonte de largo plazo. Conciencia de la responsabilidad social para mejorar la calidad de vida de empleados, familias y comunidades.	14.1 Sostenibilidad

Fuente: Plataforma AC

Tabla 3. Currícula base para el desarrollo de la competencia.

Carrera/Semestre	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*	9*
Instrumento de medición	IPC				IPC DEVELOPMENT				IPC ASSESSMENT
Programa	Ciencias naturales y desarrollo sustentable/ Cambio climático, Biología			Balance de energía/ Química orgánica estructural/ Química industrial				Innovación, diseño y entorno de negocios	
IAA	AEV/ Matemáticas I/ Física I	Ética, persona y sociedad/ Matemáticas II/ Física II	EVAP/ Electricidad y magnetismo/ Matemáticas III	Metodos numéricos/ Innovación					Ética profesión y ciudadanía

Fuente: Elaboración propia

Fue fundamental para el despliegue del Método del Caso, la integración del grupo de colaboración para tener en claro las características generales, la información académica, y los recursos de apoyo necesarios.

Descrita esta trayectoria, el alumno frente al caso planteado y la necesidad de generar alternativas de solución en los distintos momentos del ejercicio, buscó información adicional relevante, se interesó al descubrir condiciones de limitación planetaria, analizó las situaciones con un pensamiento crítico y sistémico de tal forma que, logró interrelacionar condicionantes del medio (naturaleza, economía, sociedad, tecnología, ciencia, etc.); reconoció la necesidad de reorientar las bases de la toma de decisiones personales y profesionales, asimismo, del cambio de conducta.

En el marco propio de la actividad y con base en las guías de observación se logró medir el nivel de desempeño y registrar los resultados obtenidos, los cuales se ejemplifican en las Tablas 4 y 5 con una medición individual y comparativa respecto del equipo y del grupo.

Tabla 4. Resultado individual obtenido a partir de la guía de observación.

Dimensión	Excede	Cumple	Por debajo	Incumple	Comentarios
Compromiso con el medio ambiente	Realiza un FODA completo de los procesos Batch y continuo, e identifica los beneficios e inconvenientes sociales, ambientales y económicos que los procesos ofrecen.	Realiza un FODA completo de los procesos Batch y continuo, pero no identifica algunos de los beneficios e inconvenientes sociales, ambientales y económicos que los procesos ofrecen.	Realiza un FODA incompleto de los procesos Batch y continuo, y no identifica alguno de los beneficios e inconvenientes sociales, ambientales y económicos que los procesos ofrecen.	Realiza un FODA incompleto de los procesos Batch y continuo, y no identifica ningún beneficio e inconveniente sociales, ambientales y económicos que los procesos ofrecen.	1. Hay un FODA que no contrasta Batch vs Continuo en lo social, ambiental y económico.

Fuente: Plataforma AC

Tabla 5. Resultado comparativo sobre criterio de sostenibilidad.

No.	Criterio	Evaluación individual	Promedio equipo	Promedio carrera
5.1	El alumno propone la creación de nuevos productos, o innovaciones o mejoras a productos o procesos químicos existentes, basándose en información técnica y normativa de actualidad y de fuentes profesionales, bajo los principios del desarrollo sustentable.	2.83	2.81	2.81

Fuente: Plataforma AC

Se encontró, con base en la revisión de los elementos del instrumento del AC, que la evaluación aplicada en los períodos de estudio cuenta con una plataforma equivalente de criterios. Los resultados obtenidos en promedio sobre el criterio 5 de sostenibilidad fueron 2017:2.81, 2018:2.97. Dada la integración de resultados a través de la plataforma, dichos valores permitieron concretar la evaluación de la competencia en un nivel de cumplimiento. Cabe mencionar que, dado el marco procedimental de evaluación institucional para la corroboración de competencias desarrolladas en el proceso de formación, se identificaron otras mediciones relacionadas con el nivel de manejo de competencias de los estudiantes a su ingreso, medio término y una vez concluido el programa: Índice Predictivo de Comportamiento (IPC) y Development (DEV), por lo que, se encuentra pertinente continuar con el estudio comparativo sobre los instrumentos de medición que permita la validación correspondiente.

Si bien se logró medir con base en criterios de desempeño, dar retroalimentación al momento por parte del comité y generar los reportes de retroalimentación para su entrega, no se encontró un seguimiento del egresado toda vez que se encuentra laborando para que de igual forma se cuente con un valor comparativo de desempeño y retroalimentación al sistema de medición.

Dado los resultados y la efectividad de la estrategia para su planeación y aplicación en contextos equivalentes, se sugiere una metodología simplificada bajo el marco de fortalecer competencias a través de la retroalimentación, respecto a las evidencias obtenidas de la resolución de una problemática real que se presenta a los estudiantes, Figura 1.

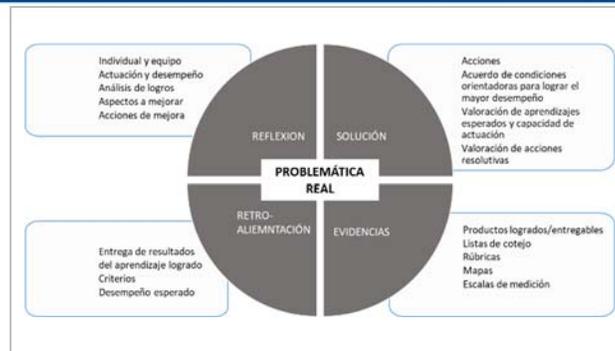


Figura 1. Metodología simplificada de la estrategia AC.
Elaboración Propia

CONCLUSIONES

Con el objetivo de contribuir en los procesos educativos que lleven consigo la formación integral del ingeniero y el aseguramiento de la misma a través de la evaluación sobre el hacer o actuar esperado, se presentan las siguientes conclusiones.

En un contexto actual el estudiante requiere desarrollar competencias personales (transversales) y profesionales (disciplinares) que le permitan tener un enfoque sistémico para el establecimiento de las interrelaciones entre las partes que puedan presentarse en una problemática compleja a resolver.

La reorientación de las bases para la toma de decisiones más conscientes de los futuros profesionistas, debe fortalecerse a través de experiencias vivenciales reales que exijan una participación más activa, cambios de conducta, colaboración y el reconocimiento de modelos más integradores que buscan el bienestar de la sociedad.

El aseguramiento del desarrollo de competencias en el estudiante, demanda para el ejercicio académico, diseñar entornos significativos e implementar esquemas de evaluación que puedan en un primer término, medir el desempeño y en segundo término retroalimentar el proceso de formación.

En el marco del Modelo TEC21 basado en competencias, los espacios de colaboración que se generan en las academias, permiten tener una participación multidisciplinaria y de vinculación para desarrollar y fortalecer el proceso de formación de estudiantes con perfiles de egreso que atienden necesidades actuales.

La integración de las técnicas didácticas *ABR* y Método de Casos a la estrategia *AC*, provee una factible guía para el planteamiento de problemáticas en un contexto real y favorece la generación de evidencias que permiten la medición de competencias desarrolladas; el contexto requiere del estudiante, como condición clave, flexibilidad cognitiva: conducta más abierta, organizada y sistémica.

Si bien, el esquema de evaluación *AC* es robusto y registra los niveles de desempeño del alumno, se recomienda iniciar una siguiente etapa, ya que se encuentra la oportunidad de

estandarización de los instrumentos para la interpretación correcta de resultados y la correspondiente retroalimentación del plan curricular, las estrategias de formación y consigo el aseguramiento del desarrollo de las competencias de egreso.

Por los resultados del proceso, el modelo se puede recomendar ampliamente como herramienta de formación y medición en otros ámbitos académicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aznar, P. y Ull, M. (2009). La formación de competencias básicas para el desarrollo sostenible: el papel de la Universidad. *Revista de Educación, número extraordinario*. Recuperado de: <https://www.oei.es/historico/cienciayuniversidad/?article479>
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro, informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI*. México: Ediciones UNESCO.
- Escamilla, J., Calleja, B., Villalba, E., Quintero, E., Venegas, E., Fuerte, K., ...Madrigal, Z. (2015a). Educación Basada en Competencias. *Reporte EduTrends - Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey*. Recuperado de: <https://observatorio.tec.mx/edutrendsebc>
- Escamilla, J., Quintero, E., Venegas, E., Fuerte, K., Fernández, K. y Román, R., (2015b). Aprendizaje Basado en Retos. *Reporte EduTrends - Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey*. Recuperado de: <https://observatorio.tec.mx/edutrendsabr>
- Frade, L. (2013). *La evaluación por competencias: Tomando en cuenta los últimos planes y programas y las modificaciones realizadas en la evaluación (4a. ed.)*. México, D.F.
- Gray, A. (2016). *The 10 skills you need to thrive in the Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum. Recuperado de: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-10-skills-you-need-to-thrive-in-the-fourth-industrial-revolution/>
- Lozano, R. (2012). Towards better embedding sustainability into companies' systems: an analysis of voluntary corporate initiatives. *Journal of Cleaner Production, Vol. 25*, pp. 14 – 26. Recuperado de: [http://www.pmir.it/fileCaricati/1/Lozano%20\(2012\).pdf](http://www.pmir.it/fileCaricati/1/Lozano%20(2012).pdf)
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2010). *El ABC del CPS. Aclarando Conceptos sobre el Consumo y la Producción Sostenibles*. PNUMA-División de Tecnología, Industria y Economía. Recuperado de: https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/10yfp-abc_of_scp-es.pdf
- Tecnológico de Monterrey. (2015). *Modelo de Programas Formativos de Profesional*. Documento de trabajo. Vicerrectoría Académica, Tecnológico de Monterrey.
- Tecnológico de Monterrey. (2016). *Modelo Educativo TEC21*. Tecnológico de Monterrey, Vicerrectoría Académica. Recuperado de <http://www.itesm.mx/va/modeloeducativo>.