



ESTRATEGIA DE FORMACIÓN DOCENTE PARA EL USO DE METODOLOGÍAS ACTIVAS EN EL MARCO DE LA INICIATIVA CDIO EN INGENIERÍA

Adriana Castillo Rosas, Raquel Vázquez García, Stepani Josseth Pérez Calva, Lizeth Franco Clemente

TecNM Campus CIIDET Querétaro, México / Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

Resumen

En el siglo XXI surgió una propuesta promotora de diferentes competencias fundamentales para el ejercicio profesional del ingeniero, se trata de la iniciativa CDIO que a través de un Syllabus con doce estándares referenciales propuestos por el Instituto Tecnológico de Massachusetts y las universidades suecas de Chalmers, KTH y Linköping propone la focalización de competencias, con sus indicadores y atributos, para el diseño de escenarios de aprendizaje activo de la ingeniería. En ese contexto, también propone un perfil docente que deberá cumplirse para alcanzar las metas formativas en CDIO, el cual fue el sustento para el diseño y desarrollo de un programa de formación docente cuya meta instruccional fue promover la siguiente competencia: El participante incorpora estrategias de aprendizaje activo y situado en el diseño de las rutas formativas en ingeniería para fortalecer la vinculación innovadora entre Institución educativa – Sociedad – Industria/empresa; a partir de esa competencia se estableció un nivel de dominio intermedio consistente en que al concluir el programa los participantes conocen y distinguen las particularidades de las estrategias de aprendizaje activo y situado, que les permiten identificar sus posibles aplicaciones en los programas de formación en ingeniería, tomando como referencia diversas experiencias externas nacionales e internacionales.

La implementación del programa fue posible a partir de cuatro talleres diseñados bajo el Modelo instruccional de Dick y Carey, impartidos en modalidad a distancia virtual, con la finalidad de facilitar una experiencia de trabajo teórico-práctico: Taller 1) El aprendizaje activo en contextos de educación tecnológica; Taller 2) Casos de aprendizaje en ingeniería; Taller 3) Aprendizaje basado en problemas para ingeniería; y Taller 4) Aprendizaje operado por proyectos en ingeniería.

La dinámica siguió una lógica de trabajo síncrono y asíncrono, hecho que permitió mantener una participación continua en actividades individuales y grupales. Durante el trabajo síncrono se realizaron videollamadas con los docentes para introducirlos a los temas semanales. En estas sesiones se realizaron actividades que convocaron al diálogo, reflexión y participación de los docentes. Por otro lado, el trabajo asíncrono se centró en el desarrollo de actividades individuales y por equipo, guiado a través de materiales instruccionales de acuerdo con las necesidades temáticas.

Los materiales construidos fueron guías instruccionales y cuadernos de trabajo, su diseño se sustentó en el Modelo Instruccional de Gagné. En estas se plantearon actividades para que los participantes construyeran 4 productos finales relacionados con la metodología revisada, mismos que fueron incorporados a un portafolio de trabajo como estrategia central de evaluación.

Al concluir el programa, los docentes diseñaron rutas formativas que incluyeron las estrategias de aprendizaje estudiadas, considerando su contexto socioeconómico y profesional. La mayoría de ellos coincidió en que el uso de estas estrategias les permite mejorar su práctica docente y la calidad de su enseñanza. Los productos del programa contribuyeron a que la institución configurara sus primeros repositorios de estrategias de aprendizaje activo para ingeniería.

Palabras clave: formación docente; aprendizaje activo; CDIO

Abstract

The CDIO initiative proposed by the Massachusetts Institute of Technology and the Swedish universities of Chalmers, KTH and Linköping, through a Syllabus with twelve reference standards proposes competencies with their indicators and attributes, for the design of active engineering learning scenarios. It also proposes a teaching profile that must be met to achieve the training goals in CDIO. This profile was the basis for the design and development of a teacher training program whose instructional goal was to promote the following competence: The participant incorporates strategies of active and situated learning in the design of training routes in engineering to strengthen the innovative link between educational Institution - Society - Industry / company; From this competence, an intermediate level of mastery was established, consisting in that at the end of the program the participants know and distinguish the particularities of active and situated learning strategies, which allow them to identify their possible applications in engineering training programs. taking as reference various national and international external experiences.

The implementation of the program was possible from four workshops designed under the Dick and Carey instructional model, taught in virtual distance mode, in order to facilitate a theoretical-practical work experience: 1) Active learning in educational contexts technological; 2) Engineering learning cases; 3) Problem-based learning for engineering; and 4) Learning operated by engineering projects.

The dynamics followed a logic of synchronous and asynchronous work, with continuous participation in individual and group activities. During the synchronous work, video calls were made



with the teachers to introduce them to the weekly topics. In these sessions, activities were carried out that called for dialogue, reflection, and participation of teachers. The asynchronous work focused on the development of individual and team activities, guided through instructional materials according to thematic needs.

The materials built were instructional guides and workbooks, their design was based on Gagne's Instructional Model. The activities were proposed for the participants to build 4 final products related to the revised methodology, which were incorporated into a work portfolio assessment as a central evaluation strategy.

At the end of the program, the teachers designed training routes that included the learning strategies studied, considering their socio-economic and professional context. Most of them agreed that the use of these strategies allows them to improve their teaching practice and the quality of their teaching. The products of the program helped the institution configure its first repositories of active learning strategies for engineering.

Keywords: *teacher training; active learning; CDIO; engineering education*

1. Introducción

El trabajo que se presenta a continuación constituye una experiencia en el ámbito de la formación docente con modalidad a distancia virtual para contextos ingenieriles. Con base en la iniciativa CDIO y atendiendo los estándares 8, 9 y 10 del Syllabus, se desarrolló un programa para habilitar a los docentes en el uso de estrategias de aprendizaje activo tales como el Método de Casos, el Aprendizaje basado en problemas y el Aprendizaje operado por proyectos.

En ese contexto se desarrolló un modelo de aplicación para facilitar el diseño de las rutas formativas que involucraran tanto aprendizaje activo como CDIO. Se trata de un Modelo innovador que fue denominado por el equipo de investigadoras como *Modelo Dinámico de Aprendizaje Activo (MoDAA)*, el cual se da a conocer en el EIEI- ACOFI 2021.

Además, se detalla la concepción, diseño, implementación y operación del propio programa de formación docente aplicado en el contexto de educación superior en México, así como algunas de las conclusiones que este equipo espera sean de utilidad para los tomadores de decisiones sobre la formación docente en las Facultades y Universidades de la Región.

2. Experiencias de formación docente

Las tendencias educativas recientes en México, específicamente en el nivel profesional, hacen énfasis en la formación de un complejo entramado de competencias que cada institución planea e interpreta cuidadosamente para sus estudiantes y futuros egresados. Bajo esos esquemas, el papel del docente se visualiza en al menos tres dimensiones: quehacer laboral, dominio disciplinar y



habilidades pedagógicas. La primera determinada en función de la estructura organizacional de la institución; la segunda referida a los campos de saberes que cada programa establece como eje articulador del desarrollo curricular; y finalmente las habilidades pedagógicas interpretadas regularmente como en una mezcla infinita entre competencias profesionales y laborales, junto con las habilidades y destrezas didácticas y sociales que hayan sido definidas por la propia institución.

En ese sentido ¿cuál es la mejor estrategia para preparar a los docentes? ¿se debe priorizar la capacitación y adiestramiento frente a la formación?, ¿realmente son significativos y pertinentes los programas de capacitación docente? Estas y otras preguntas fueron formuladas por las autoras del presente trabajo ante la necesidad de formar a tutores y asesores de tres programas de Ingeniería, en la adecuada aplicación de estrategias de aprendizaje activo en sus clases, impartidas en modalidad mixta (presencial y a distancia). El resultado fue el programa de formación docente denominado *Diplomado en Diseño de Estrategias de Aprendizaje Activo para Ingeniería (DDEAAI)*.

2.1 Base conceptual del diseño de la experiencia (Concepción)

El diseño de la estrategia se centró en las dimensiones de *formación docente* propuestas por Fierro, Fortoul y Rosas (1999), implicando la concepción de *experiencia de formación* propuesta por Bernard Honoré (1982). En ese sentido, el contenido, tratamiento y materiales se diseñaron para promover entre los docentes la reflexión acerca de su práctica pedagógica, y las posibilidades que las estrategias de aprendizaje activo como son el Método de Casos de Aprendizaje (MCA), el Aprendizaje basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Operado por Proyectos (AOP), podrían representar para construir una nueva relación con sus estudiantes, colegas y los propios programas de estudios. Bajo esa perspectiva, la revaloración y resignificación fueron elementos transversales en todo el programa.

Los abordajes temáticos se centraron en la recuperación y análisis de diversos casos de aplicación que sirvieron como antecedente para los anclajes conceptuales previstos, es decir que más que una serie de glosarios de términos e instructivos de uso, el programa formativo se diseñó para crear experiencias de formación, en las que debían apreciar ellos mismos las estrategias de aprendizaje estudiadas. El *aprendizaje activo* tiene una fundamentación constructivista, es decir centrada en el aprendizaje colectivo, socializado, en el que se construyen interacciones que posibilitan el intercambio de palabras, ideas, dudas, y realimentaciones. Al respecto, Schwarz y Pollishuke asocian el aprendizaje activo con experiencias lingüísticas que sean activas y significativas, involucrando la escucha activa, la verbalización reflexiva y argumentada, a través de dramatizaciones que provoquen en sus estudiantes centrar su atención en un fin determinado. (Schwartz y Pollishuke: 1995)

2.1.1 Enfoque formativo para ingeniería

Otro de los referentes que se emplearon durante el diseño de contenidos y actividades del programa fue la *Iniciativa CDIO* (Lopera y Restrepo, 2015), dado que en la última década ha sido adoptado por varias instituciones cuya misión es la formación de profesionales de Ingeniería. Se trata de una propuesta de aprendizaje inmersivo para ingenieros que, desde una perspectiva compleja y constructivista, propone una serie de estándares orientadores para la gestión óptima



de procesos de aprendizaje y de enseñanza. Entre estos últimos se contempla el perfil del docente, es decir “habilidades personales interpersonales y habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas” (Restrepo y Lopera, 2015) de los profesionales que podrían participar en programas de educación superior con esta orientación (Bragós, 2012). Los estándares 8, 9 y 10 de la iniciativa son los que se tomaron como referencia específica dado que el ocho detalla lo referente al “Aprendizaje Activo” en el que deben centrarse los cursos de ingeniería con la intención de promover la reflexión y resolución de problemas, a través de actividades experienciales en las que se simulen contextos profesionales retadores y complejos, posibilitando a los estudiantes la adopción de diferentes roles dentro de la situación. Por otro lado, en los estándares nueve y diez titulados “Fortalecimiento de la competencia de lo académico” explican la importancia y atención que debe dar la institución al fortalecimiento continuo de habilidades docentes, personales e interpersonales, que se conjunte en el diseño de ambientes inmersivos o contextos promoventes precisamente de aprendizajes disciplinares.

2.2 Diseño

El diseño del Diplomado se realizó considerando el aprendizaje activo como objetivo instruccional, pero también como estrategia formativa. Es decir, los docentes no solo aprenderían como incorporar estrategias de aprendizaje activo y situado en el diseño de sus rutas formativas en ingeniería para fortalecer la vinculación innovadora entre Institución educativa – Sociedad – Industria/Empresa, también vivirían las estrategias como experiencia formativa.

El reto en este tipo de formación bidimensional radica en el cambio de paradigma que significa para los docentes, es decir pasar de la clase magistral al diseño de escenarios de aprendizaje; por tal motivo fue necesario diseñar el *Modelo Dinámico de Aprendizaje Activo (MoDAA)* basado en la concepción de Schuartz y Pollishuke (1995:21). Se trata de una propuesta concebida como futura herramienta docente para diseñar rutas formativas (procesos de aprendizaje) basadas en el Aprendizaje activo.

La innovación que ofrece el MoDDa consiste en que, a diferencia de otros modelos, este no contempla un diseño lineal progresivo del aprendizaje de los sujetos, como lo presenta Benjamín Bloom a través de la taxonomía más conocida en el medio ingenieril, diseñada desde el paradigma conductista. El MoDDa está sustentado en una perspectiva compleja y se centra en la relación cíclica por la que atraviesa continuamente un sujeto en formación, incluso cuando se trata del desarrollo de competencias. Es decir, refiere un proceso de construcción, deconstrucción y reconstrucción continua de la información, posibilitando al sujeto regresar continuamente a sus primeras concepciones para ir las reacomodando, reafirmando o corrigiendo según sea el caso



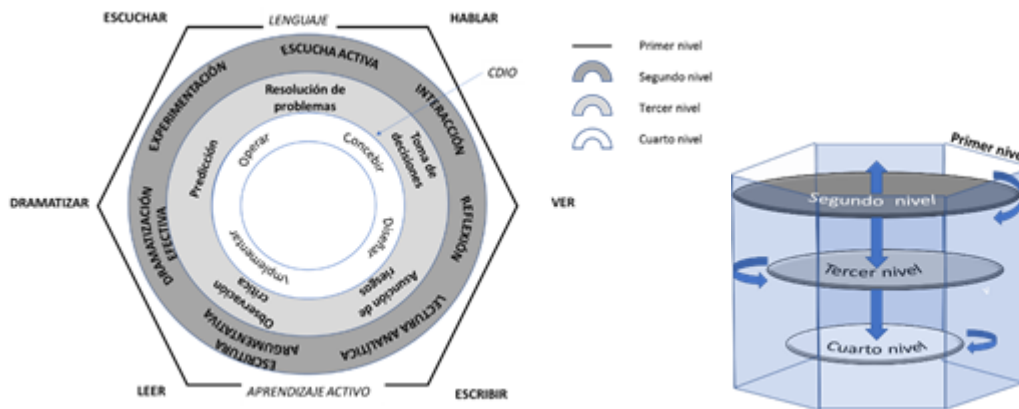


Figura 1. Modelo dinámico del Aprendizaje Activo, MoDAA. (Elaboración propia).

El Modelo se conforma de cuatro niveles de desarrollo de habilidades:

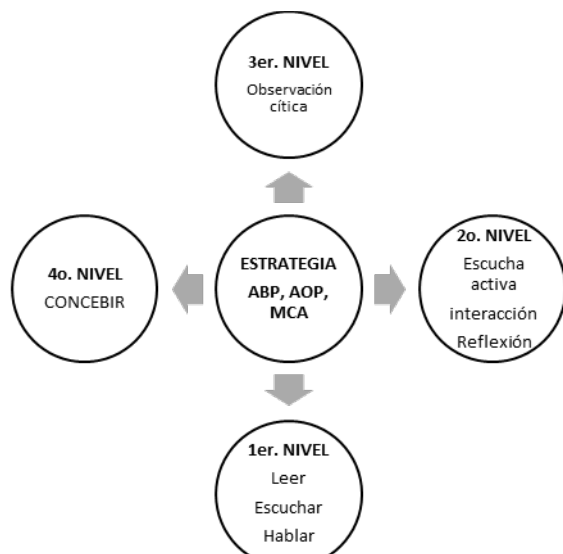
- *Primer nivel:* contempla las capacidades básicas que son fundamentales para interactuar con los diferentes elementos que se van involucrando en el proceso formativo, entre ellos los sociales, documentales y tecnológicos. Estas habilidades están en continuo uso y se encuentran en permanente evolución.
- *Segundo nivel:* Son habilidades que requieren procesos cognitivos superiores y que deberán ser estimulados continuamente durante toda su formación áulica y profesional.
- *Tercer nivel:* Son las habilidades que implican un posicionamiento del estudiante, la toma de decisiones y la conciencia sobre las implicaciones de estas. En este nivel son adecuadas las metodologías como el ABP, AOP y el MCA.
- *Cuarto nivel.* Se incluyen habilidades de tipo profesional, en este caso se consideró la iniciativa CDIO, pero podría ser STEM o cualquier otra.

Debido a que la intención es relacionar de forma cíclica cada nivel, el diseño de procesos o rutas de aprendizaje podría llevarse a cabo combinando actividades de los cuatro niveles de desarrollo en forma transversal. En ese sentido, y trasladando el esquema del MoDAA, obtuvimos la siguiente tabla la cual inicia por el *cuarto nivel* dado que son las habilidades contempladas en el perfil de egreso del programa:

Tabla 1. Niveles de habilidades en el Modelo dinámico del Aprendizaje Activo, MoDAA

Cuarto Nivel (CDIO)	Tercer Nivel	Segundo nivel	Primer Nivel
Concebir Diseñar Implementar Operar	Observación crítica Predicción Resolución de problemas Toma de decisiones Asunción de riesgos	Interacción Reflexión Lectura analítica Escritura argumentativa Dramatización selectiva Experimentación Escucha activa	Leer Escribir Ver Dramatizar Escuchar Hablar





Por ejemplo, si la intención fuese promover la habilidad de *Concebir* (4°. nivel) el docente podría elegir implementar ejercicios o situaciones que estimularan la *Observación Crítica* (3er. nivel) y situaciones que involucren *interacción, escucha activa y reflexión* continua (2°. nivel). Todo ello será posible gracias a las habilidades básicas de 1er. Nivel.

No se trata de solo elegir un elemento de un nivel, sino todos los que sean necesarios.

Figura 2. Aplicación del MoDAA. (Elaboración propia).

2.3 Implementación

El programa de formación se distribuyó a un grupo de docentes adscritos a una Institución de Educación Superior en el Estado de Querétaro, México. La muestra (no estadística) estuvo compuesta por 63 de un total de 75 miembros, significando una participación del 84% de los sujetos en la experiencia.

La implementación del programa se estructuró en cuatro talleres virtuales; el primero con una duración de 3 semanas, mientras que los 3 talleres restantes se desarrollaron en 4 semanas cada uno, con sesiones de trabajo síncrono y asíncrono, teniendo un total de 15 semanas distribuido en 120 horas. En las sesiones de trabajo grupal síncrono con las tutoras se promovió una continua participación en torno a revisiones teórico- conceptuales, procedimentales o sociales, de acuerdo con las temáticas abordadas:

- Taller 1. *El aprendizaje activo en contextos de educación tecnológica,*
- Taller 2. *Casos de aprendizaje en ingeniería (MCA)*
- Taller 3. *Aprendizaje basado en problemas (ABP) para ingeniería*
- Taller 4. *Aprendizaje operado por proyectos en ingeniería (AOP)*

2.4 Operación

El trabajo asíncrono se configuró tomando como base los Modelos de diseño instruccional de Dick y Carey (D'Angelo, T.; Bunch J. C. y Thoron, A., 2018) para la estructuración de los cursos, y Gagné (Belloch, 2017), para la elaboración de guías y cuadernos de ejercicios. Estos últimos facilitaron la apropiación temática y las dinámicas de trabajo semanales. La plataforma de medios o LMS (Learning Management System) empleada fue MOODLE versión 3.6. El trabajo independiente se organizó considerando la colaboración e intercambio entre los participantes, por tal motivo se configuraron grupos pequeños facilitando el acompañamiento y asesorías para la



resolución de las dudas que surgían respecto a la elaboración de las actividades, o aclaración del contenido teórico en general.

Las actividades integradoras de cada taller se enfocaron al trabajo colaborativo entre los docentes para el desarrollo de sus habilidades en torno al diseño de recursos de aprendizaje, así en el Taller 2 la atención se centró en la escritura de Casos de Ingeniería aplicables al contexto educativo de los docentes, mientras que en los talleres 2 y 3 se concentraron en el diseño de guías instruccionales empleables en sus propios entornos formativos, que además recuperaran el MoDAA.

La actividad concentradora empleada como estrategia meta-evaluativa fue el *portafolio de trabajo* (Danielson y Abrutyn, 2002). Esta herramienta permite involucrar el análisis de los aprendizajes adquiridos, la autovaloración del nivel de desempeño alcanzado, y las acciones que realizaron cuando se enfrentaron a alguna dificultad.

3. Reflexiones finales

De acuerdo con los resultados obtenidos durante todas las fases del programa, se confirmó que la formación docente más exitosa es aquella que se concibe como una *experiencia formativa*, especialmente en ambientes académicos orientados hacia a la formación de ingenieros. La perspectiva empírica desde donde se concibe y desarrolla la ingeniería, permea el quehacer docente, por tal motivo los casos de análisis, la interpretación de estrategias de aprendizaje y los ejercicios de autorregulación contribuyen al desarrollo de una práctica pedagógica acorde a cada área de formativa. Por otro lado, la formación docente distribuida bajo la modalidad a distancia virtual deberá realizarse bajo un esquema de tutoría continua de un experto en psicopedagogía, con esquemas evaluativos flexibles en donde se les brinde una realimentación continua, pronta, y bajo la consideración de repetir tantas veces sea necesario cada ejercicio que requiera perfeccionamiento. Se recomienda ampliamente concebir la formación docente como un laboratorio de posibilidades para crear, clarificar, equivocarse, reflexionar y perfeccionar, por tal motivo es preferente no emplear escalas de calificación sino elementos de valoración.

4. Referencias

Artículos de revistas

- Restrepo, G., & Lopera, M. A. (2015). CDIO: una gran estrategia de formación en ingeniería. *Revista Ingeniería y Sociedad*, (9), 33-39.
- Bragos, R. (2012). Las competencias del profesorado en el entorno CDIO. *Revista de Docencia Universitaria REDU* Vol. 10, No. 2, pp.57

Libros

- Fierro, C. Fortoul, B, Rosas, L. (1999). *Transformando la Práctica Docente: una propuesta basada en la investigación-acción*. Editorial Paidós Mexicana, S.A.



- Pollishuke, M, Schwartz, S. (1995). Aprendizaje Activo: Una organización de la clase centrada en el alumnado. Narcea Ediciones.

Fuentes electrónicas

- Abrutyn, L, Danielson, C. (2002). Una introducción al uso de portafolios en el aula. Fondo de Cultura Económica. En <http://www.terras.edu.ar/biblioteca/3/EEDU%20-%20Danielson%20-%20Portafolios%20-%20Unidad%204.pdf>
- Belloch, C. (2017). Unidad de Tecnología Educativa. Universidad de Valencia. En <https://www.uv.es/bellochc/pedagogia/EVA4.pdf>
- D'Angelo, T.; Bunch J. C. y Thoron, A. (2018) Instructional Design Using the Dick and Carey Systems Approach. EDIS, 1 (2) En <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/WC/WC29400.pdf>

Sobre los autores

- **Adriana Castillo Rosas:** Licenciada en Administración Educativa; Maestra en Ciencias de la Educación y Doctora en Ciencias de la Educación por la Universidad Cuauhtémoc. Investigadora del Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica. Diseñadora instruccional de SAyDE, S.C. acastillo@ciidet.edu.mx; adriana.sayde@gmail.com
- **Raquel Vázquez García:** Licenciada en Procesos Educativos por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Diseñadora instruccional y tutora en SAyDE, S.C. raquelvazquez40@gmail.com
- **Stepani Josseth Pérez Calva:** Licenciada en Procesos Educativos por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Diseñadora instruccional y tutora en SAyDE, S.C. stepanijosseth@gmail.com
- **Lizeth Franco Clemente:** Licenciada en Procesos Educativos por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Diseñadora instruccional y tutora en SAyDE, S.C. lizethfranco936@gmail.com

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2021 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

