

APRENDIZAJE EXPERIENCIAL EN INGENIERÍA: UNA APLICACIÓN DE CICLO DE KOLB

Oscar Soto Sánchez, Universidad Católica de Temuco, osotosanchez@uct.cl

Paola Leal Mora, Universidad Católica de Temuco, pleal@uct.cl

Alejandra Sánchez Bécar, Universidad Católica de Temuco, alsanbec@uct.cl

RESUMEN

La metodología de enseñanza-aprendizaje del Ciclo de Kolb ha sido identificada como un método poderoso de enseñanza-aprendizaje en distintos niveles de formación. Aunque la metodología ha sido aplicada con relativo éxito en cursos de conocimientos generales, no se tiene certeza de los efectos de esta metodología en el contexto de cursos de especialidad, con contenidos de alta complejidad y deficientes resultados académicos. El objetivo de esta investigación es estudiar el efecto que tiene la metodología del Ciclo de Kolb para el aprendizaje activo en cursos críticos de formación disciplinaria en Ingeniería, caracterizados por sus contenidos de alta complejidad y baja tasa de aprobación. Para cumplir con el objetivo planteado, se establecerá una metodología del Ciclo de Kolb en distintos cursos superiores de Ingeniería de la Universidad Católica de Temuco.

PALABRAS CLAVES: Aprendizaje experiencial, Ciclo de Kolb.

INTRODUCCIÓN

Contexto.

El aprendizaje es un proceso crítico y complejo en todas las etapas de la formación. En general, conlleva un patrón de sucesos en pos de superar un *bache* o *socavón cognitivo*, patrón conocido como “El camino del héroe” (Campbell, 1980). Así, esta travesía cognitiva puede tener un alto costo, tanto para el que enseña, como para el que aprende, ya que, ambos despliegan diversos recursos energéticos para lograr el objetivo de conocimiento. Los resultados académicos así lo demuestran: mientras más se avanza en el proceso educativo, mayor es la tasa de fracaso.

En este sentido, la formación universitaria requiere de un proceso de transferencia de conocimiento eficiente y profundo. Esta transferencia, idealmente, debiera ser de tipo “transformacional”, estableciendo un punto de inflexión entre el neófito y el profesional (Calcagni González, 2007). Como ejemplo, los cursos de especialidad pueden tener tasa de reprobación del 50 al 60%, en contraposición con el ciclo básico del itinerario formativo, donde las tasas de reprobación están entre el 10 al 30%.

Diversas metodologías de enseñanza han sido planteadas para el aprendizaje significativo en la educación universitaria y, en especial, para la formación en ingeniería (Pantoja Ospina, Duque Salazar, & Correa Meneses, 2013). Entre éstas se encuentran el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP); la Clase al revés; el Aprendizaje Cooperativo; la Gamificación; el Design Thinking y el Aprendizaje Basado en el Pensamiento (Londoño, 2017).

Dentro de estas metodologías encontramos el *Ciclo de Kolb* (Kolb, 1981), un tipo de aprendizaje experiencial que se ha puesto a prueba en cursos de ciencia aplicada de conocimientos generales y básicos (Fidalgo, 2007). Es un método de reconocida eficacia para la enseñanza básica y media (García, 2017) y que ha sido identificada como una poderosa herramienta para su aplicación en la enseñanza superior (Tripodoro & De Simone, 2015). La teoría establece que, para lograr aprender, se debe cruzar por un procedimiento que incluya cuatro etapas: La experiencia concreta, la observación reflexiva, la conceptualización abstracta y la experimentación activa.

La eficiencia de la metodología del Ciclo de Kolb en cursos de alta complejidad, tales como en cursos de especialidad en ingeniería, es diversa (López Aguado & López Alonso, 2013). En algunas investigaciones se ha observado que la perspectiva del método depende del tipo de aplicación de enseñanza (Romero Agudelo, Salinas Urbina, & Mortera Gutiérrez, 2010). En otras, la observación de los estilos de aprendizaje universitarios es clara y concreta, siendo el estilo *divergente* el más común (Blanco Aliaga, 2017). En otros casos, el estilo común de los universitarios se inclina hacia lo *reflexivo* (Pellón, Nome, & Arán, 2013). En este sentido, la UCTemuco ha tenido algún acercamiento a este modelo, específicamente en el ciclo básico del Itinerario de Ingeniería, en el marco del curso Álgebra en Contexto (Sandoval, 2014). Este artículo presenta los resultados de un proyecto de innovación que busca implementar Ciclos de Kolb en cursos de ciclo profesional de las carreras de Ingeniería Civil Industrial e Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica de Temuco.

DESARROLLO

OBJETIVO GENERAL

Estudiar el efecto que tiene la metodología del Ciclo de Kolb para el aprendizaje activo en cursos críticos de formación disciplinaria en Ingeniería, caracterizados por sus contenidos de alta complejidad y baja tasa de aprobación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Preparar las condiciones de aplicación de la metodología del Ciclo de Kolb, incorporando: teoría, didáctica disponible, experiencias similares y los contenidos de las asignaturas de especialidad con potencial de ser intervenidas.
2. Elaborar el material didáctico para la intervención metodológica del Ciclo de Kolb en asignaturas de especialidad de las Carreras de Ingeniería en contexto de emergencia por pandemia.
3. Someter a evaluación de pares los instrumentos elaborados para su aplicación posterior.

METODOLOGÍA

El trabajo desarrollado para el cumplimiento de los objetivos se estructura en las siguientes etapas:

Capacitación de metodología ciclo de Kolb:

En esta etapa se trabajó con la facilitadora Gioconda Gatica, Coaching Ontológico y experta en técnicas de Aprendizaje Experiencial. Se convocó a un grupo de 10 profesores, quienes vivieron una jornada de 2 días en las cuales pudieron interiorizarse del marco conceptual y la práctica del Ciclo de Kolb a través de la vivencia propia del mismo ciclo.

Conversatorio con docentes experiencias similares de metodologías:

Posteriormente a la capacitación, el equipo participó de un conversatorio con un ingeniero, experto en Ciclo de Kolb, Académico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Federico Santa María, Chile, quien presentó variadas experiencias de aplicación de Ciclo de Kolb en las áreas de Ingeniería Informática. Esta fue la oportunidad de que los académicos capacitados intercambiaran opiniones y experiencias.

Análisis de cursos susceptibles a ser intervenidos:

Una vez finalizado este periodo de formación, el equipo se reunió para analizar los cursos susceptibles de ser intervenidos. Los criterios que se utilizaron para ello fueron: cantidad de estudiantes, porcentaje de aprobación y ubicación del curso en las líneas de formación. Los cursos evaluados son:

Tabla 1. Cursos intervenidos con Metodología de Kolb

Sigla	Nombre	N° de estudiantes	Porcentaje de aprobación (%)	Carrera
ICI1118	Investigación de Operaciones (para Ingeniería Industrial)	50	41.94	Ingeniería Civil Industrial
ICOC1126	Investigación de Operaciones (para Ingeniería en Obras Civiles)	100	16.61	Ingeniería Civil en Obras Civiles
ICG1145	Investigación de Operaciones (para Ingeniería Geológica)	25	92.31	Ingeniería Civil Geológica
ICA1102	Balance y Materia de Energía	75	47.28	Ingeniería Civil Ambiental, Química y Plan Común
ICQ1159	Cinética y Diseño de Reactores	50	35.29	Ingeniería Civil Química

Diseño de metodologías de intervención con ciclo de Kolb en cursos intervenidos.

La teoría del Ciclo de Kolb (Kolb, 1981), establece que, para lograr aprender, se debe cruzar por un procedimiento que incluya cuatro etapas: La experiencia concreta, la observación reflexiva, la conceptualización abstracta y la experimentación activa.

Para estructurar la actividad se utilizó la nomenclatura utilizada por García-Rincón de Castro (2014) en su trabajo ¿Cómo secuenciar actividades de EpD siguiendo el método del Aprendizaje Experiencial o Ciclo de Kolb?, lo cual se resume en la Tabla 2.

Tabla 2. Etapas del Ciclo de Kolb.

Etapas de Kolb	Descripción	Capacidades de aprendizaje
Experiencia multisensorial	Consiste en una experiencia inicial significativa, emocional e intensa, que sea capaz de despertar la curiosidad y la atención del estudiante.	Capacidad para involucrarse en experiencias concretas, sin barreras ni prejuicios.
Reflexión y observación	Narración u observación de cómo nos hemos sentido en la actividad, de lo que hemos visto y descubierto.	Capacidad para observar y reflexionar desde varios puntos de vista, estableciendo conexiones entre acciones y resultados.
Conceptualización abstracta	Aprendizaje de un nuevo concepto o esquema, poniendo nombre a la realidad, o bien organizándola en un marco de referencia.	Capacidad para integrar acciones y reflexiones en marcos más amplios de conocimientos: teorías, generalizaciones, conceptos.
Experimentación y transferencia a otros contextos	Transferencia del nuevo aprendizaje a nuestra realidad más cercana, a otros contextos diferentes de lo realizado en el aula.	Capacidad para experimentar activamente con nuestras teorías, para aplicar en la práctica conceptos e ideas de manera activa.

Fuente: Cesar García - Rincón de Castro¹

Evaluación de pares:

La última etapa del trabajo fue someter las actividades diseñadas a la evaluación de un par externo. En este caso una académica de la Facultad de Educación de la Universidad Católica de Temuco, experta en Didáctica y Aprendizaje Experiencial fue quien revisó y retroalimentó el

¹ Cesar García - Rincón de Castro (2014). ¿Cómo secuenciar actividades de EpD siguiendo el método del Aprendizaje Experiencial o Ciclo de Kolb?

trabajo tanto en forma como en fondo y cuyas indicaciones fueron plasmadas y corregidas en el documento final.

RESULTADOS

Después de haber concluido el periodo de capacitación y formación se procedió a la priorización y selección de los cursos a intervenir. De acuerdo a los criterios planteados, se seleccionaron los cursos:

- Investigación de Operaciones, Ingeniería Civil Industrial.
- Cinética y Diseño de reactores, Ingeniería Civil Química.

A pesar de cumplir con los criterios de baja aprobación y gran cantidad de estudiantes, se descartó el curso Investigación de Operaciones de Ingeniería Civil en Obras Civiles dado que el docente que trabaja con ese curso no pertenece a la Planta académica permanente de la Universidad y no formó parte del equipo que se formó.

Un ejemplo de las actividades que fueron diseñadas y retroalimentadas se presentan a continuación:

Actividad 1 – Diseño de Biorreactores.		
Factores que afectan la cinética enzimática.		
Resultado de Aprendizaje:		
Resuelve problemas de cinética enzimática y de fermentaciones, investigando y explicando su potencial aplicación en el diseño y control de procesos químicos en la industria (CE Diseño de procesos Químicos y Bioprocesos – CE Control de procesos Químicos y Bioprocesos – CG Aprendizaje Autónomo).		
Recursos:		
Licencia Newbyte Educational Software		
Plataforma Blackboard		
Horas de profesor y ayudante		
Descripción de la actividad.		
1.- Experiencia multisensorial	<p>1.1.- Los estudiantes se coordinan en grupos de tres (3) personas. La actividad se realizará asincrónicamente.</p> <p>1.2.- Los estudiantes reciben indicaciones para el uso de la licencia para el Laboratorio de Enzimas (Newbyte Educational Software).</p> <p>1.3.- Dentro de un plazo dado, se solicita a los estudiantes “explorar” el software con el propósito de determinar la velocidad de reacción de un experimento facilitado por el profesor.</p> <p>1.4.- Se solicita a los estudiantes determinar los factores o condiciones que pueden afectar la velocidad de reacción enzimática.</p>	2 hrs.

	1.5.- Los estudiantes elaboran grupalmente informe de trabajo de acuerdo a la estructura acordada.		
2.- Reflexión y observación	<p>Durante la clase sincrónica, cada grupo presenta los resultados de su exploración, mediante una presentación oral, al resto del curso. La presentación será a través de un representante, permitiendo la intervención de otros miembros que complementen la información.</p> <p>El curso, en modo plenario, toma nota de las presentaciones, elabora preguntas y apuntan observaciones. Las preguntas serán entregadas a un secretario quien hará un compilado escrito.</p> <p>Los grupos “cuelgan” sus presentaciones en la plataforma Blackboard.</p> <p>Todas las observaciones y consultas compiladas por el secretario, serán colocadas en el foro de la plataforma Blackboard.</p> <p>Cada grupo debe plantear en el foro, al menos, una pregunta a cada grupo y todos tienen el deber de responder la pregunta que se le ha planteado. Esta actividad se hace asincrónicamente.</p>	3 hr	
3.- Conceptualización abstracta	<p>Los estudiantes y profesor revisan teorías y leyes relacionadas a los factores que alteran las velocidades de reacción. El profesor dejará artículos en plataforma lectura y en la clase sincrónica se presentan el resumen de esos textos. Se presentan otras fuentes bibliográficas que refuerzan dicha conceptualización. Se consideran dos sesiones presenciales para esta etapa.</p>	4 hr.	
4.- Experimentación y transferencia a otros contextos	<p>Asincrónicamente cada grupo diseña una problemática o desafío sobre las ventajas o desventajas de variar la velocidad de reacción enzimática (acelerando o desacelerando) en un proceso productivo. Identificando los factores que se podrían aprovechar para lograr variar la velocidad de reacción involucrada.</p> <p>El grupo “desafiado” debe presentar su propuesta en la próxima clase sincrónica. Para presentar la propuesta se utilizará la hora mixta siguiente.</p>	5 hr.	

Actividad 1 – Investigación de operaciones.

El problema de la optimización del transporte o cómo abastecer mejor y no morir en el intento.

Resultado de Aprendizaje:

Optimiza sistemas de producción industriales de mediana complejidad, utilizando programación matemática a través de herramientas manuales y automatizadas en base a prácticas de excelencia.

Recursos:

Videos interactivos

Licencia de Software

Horas de profesor y ayudante

Descripción de la actividad.

<p>1.- Experiencia multisensorial (actividad asincrónica)</p>	<p>1.1.- Los estudiantes escuchan individualmente el Podcast 1 donde se encuentra la explicación de la actividad y la forma cómo deberán trabajar.</p> <p>1.2.- Posteriormente se reúnen en grupos de 5 personas y coordinan el trabajo (eligen un coordinador).</p> <p>1.3.- En grupo observan detenidamente el Video 1: xxxxx y luego desarrollan la Actividad 1.1 asociada a la observación del video, que se encuentran en la Plataforma Educa.</p> <p>1.4.- Plasman el resultado de su trabajo en una infografía que será presentada en la sesión sincrónica correspondiente.</p>	<p>3,5 hrs.</p>
<p>2.- Reflexión y observación</p>	<p>Durante la clase sincrónica, cada grupo presenta la infografía que resume los resultados de su trabajo, y posteriormente reflexionan en conjunto en base a las siguientes preguntas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué sentimiento les provocó el video observado y la situación planteada en la actividad? • ¿Qué dificultades tuvieron para encontrar una respuesta? • ¿Qué estrategia utilizaron para resolver la problemática? • ¿Qué estrategia habrían adoptado que haya sido presentada por otro grupo? • ¿Qué información consideran que falta para lograr resolver la problemática? 	<p>1 hr</p>



<p>3.- Conceptualización abstracta</p>	<p>Para esta etapa del ciclo, se dispondrá en la plataforma EDUCA de un artículo científico para cada grupo que contiene un ejemplo del modelo de transporte y el modelo asociado que permite dar una respuesta al problema. Al finalizar el proceso de lectura, y en un plenario, los estudiantes apoyados por el profesor presentan los modelos y en conjunto, formalizan la estructura de un modelo de transporte.</p>	<p>1 hr.</p>
<p>4.- Experimentación y transferencia a otros contextos. (Sincrónico y Asincrónico)</p>	<p>A partir del trabajo realizado, los estudiantes identifican alguna problemática (distinta del transporte) que pudiera ser resuelto de alguna forma similar, lo describen en formato de actividad y luego lo intercambian con sus compañeros para que sea formulado y resuelto por ellos. Ver Anexo 2.</p> <p>Esto se realizará durante las horas autónomas de la semana siguiente a través de una actividad asincrónica.</p> <p>El resultado se presenta en una infografía en la clase sincrónica siguiente</p>	<p>3,5 hr.</p>

Al inicio del semestre se aplicó en todos los cursos un Test de Kolb para identificar en qué etapa del ciclo presentado en la Tabla 2, se ubican los estudiantes de la asignatura, resultando una gran mayoría de ellos en la Etapa de Experiencia Multisensorial. Por este motivo se decidió comenzar el desarrollo de las actividades a partir de una experiencia concreta.

Algunos de los resultados más relevantes tienen que ver con el porcentaje de estudiantes que aprobaron la asignatura, lo que se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Porcentajes de Aprobación de asignaturas.

Carrera	Sigla	Nombre	% Aprobación pre-intervención	% Aprobación post-intervención	Dif. %
Ingeniería Civil Industrial	ICI1118	Investigación de operaciones	42	51	(+) 21,4
Ingeniería Civil Geológica	ICG1145	Investigación de Operaciones	92	62	(-) 32,6
Ingeniería Civil Ambiental	ICA1102	Balance de Materia y Energía	47	67	(+) 42,5
Ingeniería Civil Química	ICQ1159	Cinética y Diseño de reactores	35	47	(+) 25,5

Fuente: Elaboración propia en base a los registros institucionales.

Se puede apreciar que, en 3 de las 4 asignaturas piloto, el porcentaje de aprobación aumentó, lo que permite inferir en una primera mirada que utilizar esta estrategia sería apropiado para mejorar el aprendizaje de las y los estudiantes.

Un segundo indicador que el equipo de trabajo pensó que se vería modificado por la intervención diseñada era el resultado de la Encuesta de Observación del Desempeño Docente (EODD), los resultados se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Calificación EODD

Carrera	Sigla	Nombre	Calificación pre-intervención	Calificación post-intervención	Dif. %
Ingeniería Civil Industrial	ICI1118	Investigación de operaciones	5,55	5,70	(+) 2,7
Ingeniería Civil Geológica	ICG1145	Investigación de Operaciones	6,00	5,60	(-) 6,6
Ingeniería Civil Ambiental	ICA1102	Balance de Materia y Energía	5,85	5,80	(-) 0,9
Ingeniería Civil Química	ICQ1159	Cinética y Diseño de reactores	5,60	5,70	(+) 1,8

Fuente: Elaboración propia en base a los registros institucionales.

En dos de los cuatro cursos intervenidos se produjo un leve aumento de esta calificación, mientras los otros dos presentan una disminución. Desde aquí se podría inferir que el cambio de estrategia metodológica no es tan apreciado por las y los estudiantes, ya que no visualizan el aporte real a la mejora de su aprendizaje.

CONCLUSIONES

Una de las primeras conclusiones que se pueden extraer del desarrollo de esta experiencia es que en una primera aproximación es posible mejorar los aprendizajes, reflejado en los porcentajes de aprobación de los cursos.

En segundo lugar, es posible implementar la estrategia de aprendizaje experiencial en asignaturas disciplinarias de las carreras de ingeniería que históricamente han sido declaradas como críticas por sus altas tasa de fracaso.

La conclusión más importante de este trabajo, es que es posible transformar la enseñanza en ingeniería desde un modelo basado en la instrucción a uno centrado en el estudiante y que la metodología de los Ciclos de Kolb es una forma válida para guiar el aprendizaje de las y los estudiantes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del manuscrito agradecen al Dr. Luis Hevia, académico de la Universidad Federico Santa María por su contribución en la presentación de experiencias de Ciclo de Kolb en el área de Enseñanza de la Ingeniería. Así mismo, se agradece a la Mg. Jéssica Bórquez, académica de la Universidad Católica de Temuco en la validación de las actividades aplicadas en los cursos intervenidos en el marco de este proyecto.

REFERENCIAS

- Blanco Aliaga, M. R. (2017). Estilos de aprendizaje y actitudes ante la investigación científica en estudiantes universitarios. *Investigación & Desarrollo*, 25(2), 82-99.
- Calcagni González, A. (2007). *Aprendiendo*. Santiago de Chile: The newfield Network.
- Campbell, J. (1980). *El héroe de las mil caras*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Fidalgo, A. (12 de Noviembre de 2007). El método de Kolb, el "gran desconocido". Obtenido de <https://innovacioneducativa.wordpress.com/2007/11/12/el-metodo-de-kolb-el-gran-desconocido/>
- García, J. B. (26 de Febrero de 2017). Kolb y las metodologías activas. Obtenido de <http://www.jblasgarcia.com/2017/02/kolb-y-las-metodologias-activas.html>
- García - Rincón de Castro, C. (2014). ¿Cómo secuenciar actividades de EpD siguiendo el método del Aprendizaje Experiencial o Ciclo de Kolb?
- Kolb, D. A. (1981). *Learning styles and disciplinary differences*. (A. W. Chickering, Ed.) San Francisco: Jossey-Bass.
- Londoño, C. (1 de Agosto de 2017). 6 metodologías de enseñanza que todo profesor innovador debería conocer. Obtenido de <http://www.eligeeducar.cl/6-metodologias-ensenanza-profesor-innovador-deberia-conocer>
- López Aguado, M., & López Alonso, A. I. (2013). Los enfoques de aprendizaje. Revisión conceptual y de investigación. *Revista Colombiana de Educación* (64), 131-153.
- Pantoja Ospina, M. A., Duque Salazar, L. I., & Correa Meneses, J. S. (2013). Modelos de estilos de aprendizaje: una actualización para su revisión y análisis. *Revista Colombiana de Educación* (64), 79-105.
- Pellón, M., Nome, S., & Arán, A. (2013). Relationship between learning styles and academic performance of fifth graders enrolled in the medical course. *Rev. bras.oftalmol.*, 72(3), 181-184.
- Romero Agudelo, L. N., Salinas Urbina, V., & Mortera Gutiérrez, F. J. (2010). Estilos de aprendizaje basados en el modelo de Kolb en la educación virtual. *Apertura*, 72-85.
- Sandoval, V. (2014). *50 Ciclos de Kolb y 2 razones para ser utilizados*. Temuco: Ediciones de la Universidad Católica de Temuco.
- Tripodoro, V. A., & De Simone, G. G. (2015). Nuevos paradigmas en la educación universitaria: Los estilos de aprendizaje de David Kolb. *Medicina*, 75, 113-118.