

## DESARROLLO DE HABILIDADES DEL PENSAMIENTO DE ORDEN SUPERIOR A TRAVÉS DE ACTIVIDADES DE DESEMPEÑO

L. A. González Murillo<sup>1</sup>  
J. A. Cárdenas Galindo<sup>2</sup>  
J. C. Arellano González<sup>3</sup>

### RESUMEN

En este artículo se describe el proceso que se realiza en un grupo de cursos para desarrollar las habilidades del pensamiento de orden superior en los estudiantes. El contexto de los cursos es la realización de un proyecto desarrollado a lo largo de un semestre utilizando la metodología Aprendizaje Orientado a Proyectos. Dentro de los cursos se realizan diferentes actividades, siendo las actividades de desempeño, las principales, y las evaluaciones formativas asociadas a estas actividades. Se describen los fundamentos teóricos que dan respaldo al diseño del curso, la metodología utilizada y los resultados obtenidos.

### ANTECEDENTES

Existe una gran cantidad de artículos publicados a nivel internacional que destacan la importancia del desarrollo de las habilidades del pensamiento de orden superior. López y Whittington (2014) mencionaron que la gente se ha dado cuenta de la importancia de que los estudiantes desarrollen habilidades del pensamiento de orden superior. El pensamiento de orden superior se presenta cuando las personas combinan nueva información con la información almacenada en la memoria y las interrelaciona, reordena o extiende para lograr un propósito o encontrar soluciones a problemas complejos (López & Whittington, 2014).

La taxonomía revisada de Bloom define seis niveles de complejidad cognitiva. Estos niveles se dividen en tres tipos de habilidades cognitivas, los cuales se muestran en la Figura 1. Los dos primeros niveles, *recordar* y *entender*, se consideran habilidades cognitivas de nivel inferior debido a que requieren niveles mínimos de entendimiento. Se ha considerado que el tercer nivel, *aplicar*, es un nivel intermedio, y que los tres niveles restantes, *analizar*, *evaluar* y *crear*, requieren habilidades cognitivas de orden superior (Jensen, McDaniel, Woodard, y Kummer, 2014).

---

<sup>1</sup> Coordinador de Ingeniería en Mecatrónica. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. luis.murillo@uaslp.mx

<sup>2</sup> Secretario General de la Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. antonio.cardenas@uaslp.mx

<sup>3</sup> Coordinador de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. carlos.arellano@uaslp.mx

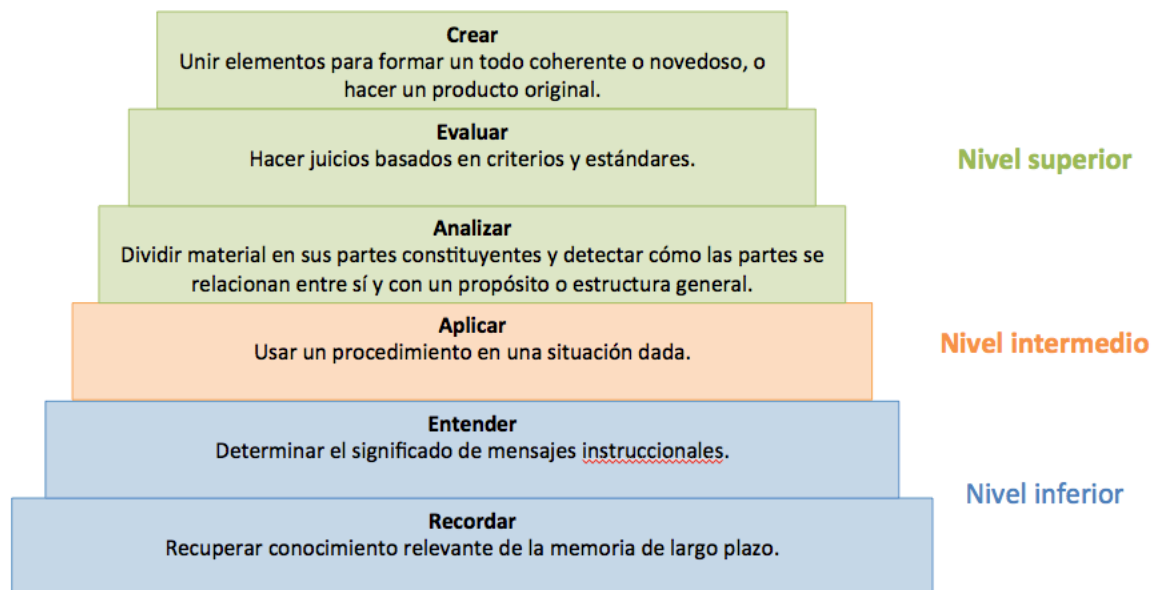


Figura 1. Taxonomía revisada de Bloom.

Fuente: Jensen et al., 2014 y Krathwohl, 2002.

El organismo acreditador para ingeniería ABET (n.d.) define algunos resultados de aprendizaje de los programas de ingeniería relacionados con las habilidades del pensamiento de orden superior. Específicamente los resultados de aprendizaje b (una habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar información), c (una habilidad para diseñar un sistema, componente, o proceso para cumplir con las necesidades planteadas dentro de restricciones realistas tales como económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, de fabricación, y de sustentabilidad), y e (una habilidad para identificar, formular, y resolver problemas de ingeniería) requieren algún grado de aplicación de estas habilidades. Estos mismos resultados de aprendizaje han sido incluidos dentro del Marco de Referencia para la acreditación de los Programas de Licenciatura de CACEI (n.d.).

El aprendizaje y la evaluación basados en el desempeño son un conjunto de estrategias encaminados a la adquisición y aplicación del conocimiento. A través de actividades de desempeño significativas, las cuales fomenten la participación del estudiante, se desarrollan habilidades y hábitos de trabajo, al mismo tiempo que éstos se aplican a situaciones del mundo real (Hibbard et al., 1996).

Las actividades de desempeño forman parte integral del aprendizaje, y son una oportunidad para valorar la calidad del desempeño del estudiante (Hibbard et al., 1996). La evaluación basada en el desempeño requiere que los estudiantes resuelvan un problema de la vida real, de tal manera que el profesor pueda valorar en qué medida los estudiantes son capaces de utilizar su conocimiento y sus habilidades, y pensar de manera crítica y analítica. Cuando los estudiantes realizan un proyecto en el cual despliegan su creatividad y obtienen un producto genuinamente nuevo, la evaluación basada en el desempeño puede ir más allá de la Taxonomía de Bloom (Mintz, 2015).

Glazer (2014) resaltó la importancia de contar con una combinación de evaluaciones formativas y sumativas en un curso. Una evaluación formativa es una tarea o actividad en la cual se provee a los estudiantes una retroalimentación del logro de sus aprendizajes durante el proceso de aprendizaje, y no al final de un periodo de instrucción. Su principal propósito es contribuir al aprendizaje del estudiante al darle información acerca de su desempeño. En contraste, en una evaluación sumativa no se proporciona retroalimentación adicional al reporte del logro de los aprendizajes, y generalmente se utiliza para obtener una calificación numérica al final de un periodo mensual, semestral, o de otro tipo.

En el contexto de este artículo se utiliza el término evaluación como sinónimo del término *assessment* en idioma inglés. Aunque podría ser más adecuado utilizar el término valoración en este contexto; se utiliza el término mencionado con fines de claridad en la redacción. Una valoración puede estar basada total o parcialmente en la observación del comportamiento de los estudiantes, por lo que es inherente un grado de subjetividad en la misma. Por lo anterior, la valoración puede ser incluida o no en el cálculo de la calificación del estudiante, pero no debería ser utilizada como único medio para obtener este valor.

## **METODOLOGÍA**

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí se diseñaron e implementaron los cursos Proyecto Integrador para cada una de las cinco carreras del Área Mecánica y Eléctrica. Estos cursos operan de manera similar, con la diferencia de que los proyectos hacen énfasis en las áreas de conocimiento específicas de cada carrera, y están basados principalmente en la metodología Aprendizaje Orientado a Proyectos. Inicialmente este curso se diseñó tomando como base la implementación de Aalborg University (Kjersdam y Enemark, 1994), introduciendo varias adecuaciones. Sin embargo, el curso ha evolucionado a través de los años, y actualmente contiene características distintivas.

Durante las primeras semanas del curso la metodología es similar a otras clases teóricas tradicionales, con una metodología centrada en el profesor. Paulatinamente se incluyen en el curso algunas actividades basadas en trabajo colaborativo, cambiando hacia un enfoque de aprendizaje activo, centrado en el estudiante. A partir de la cuarta semana del semestre, la metodología es completamente del tipo de aprendizaje activo, centrada en el estudiante, a través de actividades de desempeño. La dinámica general del curso se muestra en la Figura 2. En las primeras sesiones se revisan temas relacionados con la administración de proyectos, y como parte del trabajo colaborativo y el trabajo fuera de las sesiones se desarrolla el anteproyecto. Posteriormente se realiza una evaluación de conocimientos, la cual constituye una evaluación sumativa.

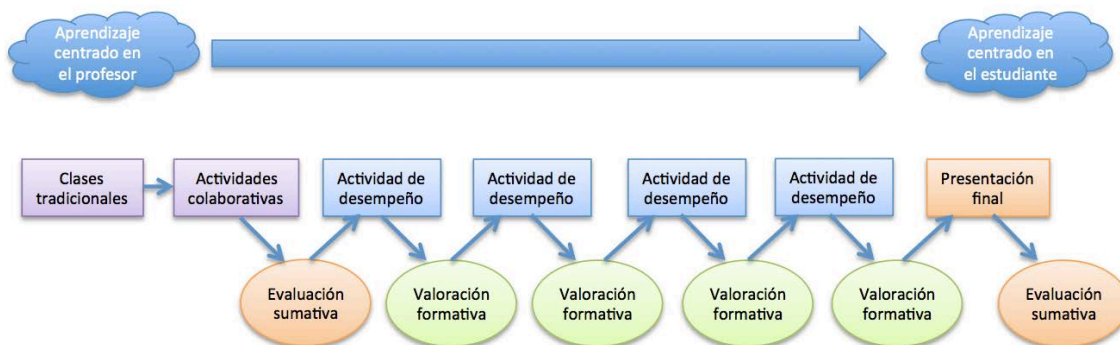


Figura 2. Dinámica del curso.

A partir de la cuarta semana se inicia con las actividades de desempeño, teniendo como contexto general los avances de proyecto. En este periodo, el rol del profesor cambia para convertirse en supervisor del proyecto. Su principal función es exigir que el equipo cumpla con los avances del proyecto, cumpliendo los requerimientos definidos, y aplicando los conceptos de ingeniería rigurosamente.

Los estudiantes realizan la planeación de actividades de manera semanal. Durante la semana trabajan en el desarrollo del proyecto, y finalmente hacen una presentación de los avances del periodo. El trabajo que los estudiantes realizan cada semana, incluyendo la presentación de los avances del proyecto, constituyen la actividad de desempeño.

En las sesiones en que se presentan los avances, el profesor indaga con los estudiantes diferentes aspectos del desarrollo del proyecto. Entre los aspectos a indagar se encuentran: la planeación y ejecución de actividades, la calidad de las fuentes de información consultadas, el respaldo teórico de las propuestas de solución planteadas, el proceso de selección de la mejor solución, la aplicación de los fundamentos y herramientas de ingeniería en la implementación de esta solución, y la aplicación del pensamiento crítico. El profesor del curso cuestiona las decisiones de los estudiantes, y ellos defienden sus decisiones.

Madhuri, Kantamreddi, y Prakash Goteti (2012) encontraron que el proceso de indagación permite identificar los conceptos relevantes que deben ser entendidos y ayuda a desarrollar el pensamiento crítico, la habilidad de solución de problemas, y la integración de conocimientos. Mintz (2015) dijo que las formas tradicionales de evaluación, como son los exámenes de medio término y finales, así como los reportes finales, normalmente causan que los estudiantes no realicen un esfuerzo significativo durante el semestre, y la noche anterior a su examen o fecha límite de entrega trabajen toda la noche. Por otro lado, las evaluaciones de desempeño realizadas de manera continua permiten que la evaluación sea una experiencia de aprendizaje. En el proceso implementado en estos cursos las evaluaciones semanales tienen un propósito formativo, por lo cual entran en la categoría de evaluación formativa.

Un componente importante en estos cursos es el proceso de reflexión. Los estudiantes entregan un reporte individual cada semana, en el cual incluye las actividades realizadas de manera personal, y el resultado de reflexionar sobre su desempeño personal y el desempeño del equipo. Estas reflexiones permiten que los estudiantes sean conscientes del proceso que están viviendo.

Al terminar de cubrirse los temas teóricos de las primeras semanas, y al final del semestre se incluyen evaluaciones sumativas. En la evaluación sumativa final, en la cual interviene un jurado, se revisan los fundamentos teóricos y la aplicación de la ingeniería en el proyecto. El jurado cuestiona a los integrantes del equipo sobre el proceso de desarrollo del proyecto, los fundamentos de ingeniería aplicados, y los resultados obtenidos, en una sesión que tiene una duración de dos horas.

Además de la construcción de un prototipo, se requiere la elaboración de un reporte en el cual se plasmen los fundamentos teóricos aplicados en el proyecto, y el proceso de desarrollo del proyecto. Este manual forma parte del material a evaluar junto con el prototipo. El jurado emite un dictamen sobre esta presentación y la evaluación final se obtiene mediante la ponderación de las evaluaciones formativas y sumativas realizadas durante el curso.

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Al final del semestre se realiza una exposición de proyectos, la cual está empezando a tener cierto grado de notoriedad (De León, 2016); en la Figura 3 se muestra una fotografía de esta exposición. En forma paralela a la exposición se realiza la evaluación final de los proyectos. En los prototipos y en los reportes de los proyectos se refleja el resultado de la aplicación de las habilidades del pensamiento de orden superior. Existen rúbricas detalladas que sirven de guía para realizar estas evaluaciones y ayudan a disminuir la subjetividad.

Ha habido resultados diversos, desde proyectos que reflejan un nivel alto de ingeniería para estudiantes de licenciatura, hasta proyectos con resultados pobres. Sin embargo, en general los resultados permiten ver que los estudiantes desarrollan las habilidades del pensamiento de orden superior durante el semestre que dura este curso.



Figura 3. Exposición de proyectos integradores

Adicionalmente se realizan mediciones del logro de los resultados de aprendizaje de los estudiantes en base a la clasificación definida por ABET. De esta clasificación, los resultados b, c, y e son los que permiten conocer el grado de aplicación de las habilidades de pensamiento de orden superior. La medición se realiza en base a la observación de los estudiantes en varios grupos, en base a una escala de 1 a 4, y no incide en su calificación. En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos; se puede observar que el valor de los resultados en general está cercano a 3.

Tabla 1. Resultados de la medición de los resultados de aprendizaje

Semestre	Resultados de aprendizaje de acuerdo a clasificación de ABET		
	b	c	e
2013-2014/II	2.918	2.952	2.868
2014-2015/I	2.991	3.006	2.938
2014-2015/II	2.845	2.968	3.014

Hibbard et al. (1996) plantearon que una preocupación de los profesores que planean implementar las actividades de desempeño es el tiempo requerido para realizarlas. En los cursos que se describen en este artículo se ha encontrado que la planeación de actividades y su evaluación requieren mayor tiempo que el requerido en una metodología tradicional, adicional al tiempo de las sesiones con los estudiantes. Por lo tanto, es requerido que los profesores cuenten con la disposición y la disponibilidad de tiempo para realizar adecuadamente estas actividades.

Otra preocupación planteada por Hibbard et al. (1996) es la subjetividad asociada a la evaluación por parte de los profesores, y su relación con la asignación de calificaciones. Se ha trabajado para disminuir esta subjetividad mediante la elaboración de rúbricas. Sin embargo, no se visualiza una manera de eliminar completamente esta subjetividad. Adicionalmente, se ha visto que hacer la evaluación de grupos grandes se torna difícil, debido a que es necesaria la interacción con los estudiantes para observar sus comportamientos, y esta interacción no es suficiente al tener una grupo grande de estudiantes.

Durante el tiempo que se ha trabajado con esta metodología se han detectado algunas condiciones.

1. El profesor debe tener un amplio conocimiento de las disciplinas relacionadas con los proyectos, y estar dispuesto a aprender continuamente. Aunque el profesor no asesora a los estudiantes en temas técnicos, debe conocerlos para tener posibilidad de exigir que los estudiantes cumplan con altos estándares de calidad.
2. El profesor debe tener la disposición de participar en estos cursos, ya que exigen dedicación continua y tiempo adicional.
3. Existe el riesgo de que la atención se centre en el producto, y no en el proceso. Los estudiantes desarrollan habilidades al realizar el proyecto. El prototipo es una evidencia de la aplicación de conocimientos y habilidades, y de las actitudes de los estudiantes. El profesor puede sucumbir a la tentación de asesorar a los estudiantes para que consigan un mejor resultado, lo cual puede evitar que ellos vivan las dificultades inherentes al desarrollo de un proyecto, y por lo tanto disminuya su desarrollo de habilidades.
4. Hay varios factores que salen del control de los profesores y estudiantes, y que pueden evitar que se consiga el objetivo. Un ejemplo común es el tiempo que se requiere para obtener algunos componentes especializados requeridos en determinados prototipos.

Sin embargo, se considera que la experiencia vivida por los estudiantes durante el desarrollo de sus proyectos les permite desarrollar un conjunto de competencias que es difícil desarrollar en el mismo grado por otros medios, por lo que es importante continuar con la implementación de mejoras de estos cursos.

## CONCLUSIONES

López y Whittington (2014) sostienen que cuando en las actividades de aprendizaje los estudiantes aplican los principios teóricos aprendidos en situaciones de la vida real, y participan activamente en actividades basadas en el entendimiento de los conceptos, utilizan el pensamiento de orden superior. Por su parte, Hibbard et al. (1996) dijeron que los exámenes tradicionales ayudan a contestar la pregunta *¿sabes esto?*, mientras que la evaluación del desempeño ayuda a contestar la pregunta *¿Qué tan bien sabes usar lo que sabes?* Adicionalmente, Glazer (2014), la evaluación formativa utiliza la retroalimentación para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, mientras que la evaluación sumativa mide lo que los estudiantes han aprendido con el fin de sustentar el otorgamiento de una calificación. Estos cursos han permitido aplicar los conceptos teóricos de actividades de desempeño y de evaluaciones formativas y sumativas, con la metodología de Aprendizaje Orientado a Proyectos, obteniendo una experiencia formativa importante.

Hibbard et al. (1996) mencionan que es importante aprender a organizar información, realizar cálculos, y escribir, pero para darle significado a estos conocimientos es necesario que los estudiantes los apliquen en formas significativas. Los estudiantes de estos cursos realizan estas actividades, y la retroalimentación de los graduados y empleadores muestran que se tienen efectos positivos.

Los dirigentes de CACEI han dado el primer paso para lograr el reconocimiento internacional de los programas de ingeniería mexicanos, con su reciente admisión en el Washington Accord (International Engineering Alliance, n.d.) con status provisional. Ahora es el turno de las universidades de cumplir con los requerimientos internacionales, y el desarrollo de habilidades del pensamiento de orden superior a lo largo del programa educativo ayudará a cumplir con estos requerimientos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABET. (n.d.). *Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2016 – 2017*. Obtenido el 18 de marzo de 2016, de <http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2016-2017/#outcomes>
- CACEI. (n.d.). *Marco de Referencia para la acreditación de los Programas de Licenciatura* (versión 2014). Obtenido el 18 de marzo de 2016, de <http://cacei.org.mx/index.php/acreditacion/formatos-y-manuales/manual-del-marco-de-referencia-2014>
- De León, R. (2016). *Presenta UASLP proyectos tecnológicos*. Obtenido el 18 de marzo de 2016, de <http://conacytprensa.mx/index.php/sociedad/politica-cientifica/4889-presenta-la-facultad-de-ingenieria-proyectos-y-dispositivos-de-impacto-tecnologico>
- Glazer, N. (2014). Formative plus summative assessment in large undergraduate courses: why both?. *International Journal Of Teaching & Learning In Higher Education*, 26(2), 276-286.
- Hibbard, M., Van Wagenen, L., Lewbel, S., Waterbury-Wyatt, S., Shaw, S., Pelletier, K. Et al. (1996). *A teacher's guide to performance-based learning and assessment*. Middlebury: Assn for Supervision & Curriculum
- International Engineering Alliance. (n.d.). Washington Accord. Obtenido el 18 de marzo de 2016, de <http://www.ieagreements.org/Washington-Accord/signatories.cfm>
- Jensen, J., McDaniel, M., Woodard, S., & Kummer, T. (2014). Teaching to the test...or testing to teach: exams requiring higher order thinking skills encourage greater conceptual understanding. *Educational Psychology Review*, 26(2), 307-329.
- Kjersdam, F., Enemark, S. (1994). *The Aalborg experiment. Project Innovation in university education*. Obtenido el 18 de marzo de 2016, de <http://www.adm.aau.dk/rektor/aalborgekperiment/The%20Aalborg%20Experiment.pdf>
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's Taxonomy: an overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212.
- López, J., & Whittington, M. S. (2014). Higher-order thinking in a college course: a case study. *NACTA Journal*, 58(1-4), 74-81.
- Madhuri, G. V., Kantamreddi, V. S., & Prakash Goteti, L. N. (2012). Promoting higher order thinking skills using inquiry-based learning. *European Journal Of Engineering Education*, 37(2), 117-123.



Mintz, S. (2015). *Performance-Based Assessment*. Obtenido el 18 de marzo de 2016, de <https://www.insidehighered.com/blogs/higher-ed-beta/performance-based-assessment>