



Innovation in research and engineering education:
key factors for global competitiveness

Innovación en investigación y educación en ingeniería:
factores claves para la competitividad global

DESARROLLO DE LA COMPETENCIA “LIFE-LONG LEARNING” HACIENDO USO DE LA CURVA DE APRENDIZAJE

Óscar Oviedo Trespacios, Carmenza Luna, Carmen Berdugo, Rita Peñabaena, Ricardo Majarrés

Universidad del Norte
Barranquilla, Colombia

Resumen

Este trabajo presenta el desarrollo de una práctica de laboratorio orientada a desarrollar y evaluar la competencia "life-long learning". En esta propuesta se hace uso del concepto de curva de aprendizaje para modificar el imaginario de los estudiantes sobre la forma como el conocimiento es adquirido y reforzar sus actitudes hacia su búsqueda permanente. La práctica consiste en la ejecución de un plan de entrenamiento para la manipulación de extintores con la ayuda de un simulador de incendios, con el objetivo de analizar el proceso de aprendizaje y el impacto del factor olvido. Para la evaluación de la competencia se adaptaron rubricas y se aplica una encuesta cognitiva de actitudes antes y después del desarrollo de la práctica. 75 estudiantes de V semestre de Ingeniería industrial de la Universidad del Norte en Barranquilla participaron de la actividad. Los resultados muestran que la actividad modifica positivamente la actitud frente a la necesidad de actualización y desarrolla la destreza para la asignación de recursos en el aprendizaje continuo a largo plazo.

Palabras clave: curva de aprendizaje; formación permanente; competencia

Abstract

This paper presents the development of a practice lab designed to develop and assess the competence "life-long learning". This proposal makes use of the concept of learning curve to modify the imagination of students about how knowledge is acquired and strengthen their attitudes towards their permanent search. The practice involves the implementation of a training plan for the handling of fire extinguishers using a fire simulator, this in order to analyze the learning process and the impact of forgetting factor. For competency assessment, rubrics were adapted and a cognitive attitudes survey was applied before and after the development of the practice. 90 students of third year of Industrial Engineering Universidad del Norte in Barranquilla participated in the activity. The results show that the activity positively modifies attitudes to the need to update and develop the skills for the assignment of resources in the long-term continuous learning.

Keywords: *learning curve; life-long learning; competence*

1. Introducción

El aprendizaje permanente o "life-long learning" es un proceso activo en el que se busca, entiende y aplica el conocimiento para alcanzar metas personales y profesionales a lo largo de la vida (Seval & Gulsun Atanur, 2012). Puede entenderse como la forma en que los profesionales de manera voluntaria, auto-motivada y permanente, buscan el conocimiento constantemente (Myers & Greenson, 2012). Aynur & Bülent (2009) definen el "life-long learning" como todos los eventos de aprendizaje que se llevan a cabo para desarrollar el conocimiento desde la dimensión individual y social, con el fin de lograr una vida de calidad y aprendizaje constante en un mundo en desarrollo. En efecto, la competencia "life-long learning" no sólo esta relacionada con aspectos académicos y/o profesionales, pues también se encuentra en muchos aspectos y eventos a lo largo de la vida. Esta competencia es esencial en la formación de los ingenieros y se encuentra determinada en el modelo de acreditación de la Accreditation Board for Engineering and Technology ABET (ABET, 2012; Chittister & Haimes, 2011)

Los educadores de hoy tienen la tarea de desarrollar en los alumnos conocimientos de por vida (Blaschke), que les permita aplicar eficaz y creativamente las habilidades y competencias adquiridas, a causa de las exigencias de un mundo cada vez más complejo y cambiante (World Bank, 2003). Los métodos pedagógicos y andragógicos ya no son totalmente suficientes para preparar a los alumnos integralmente (Rachal, 1994). Se necesita un enfoque más auto-dirigido y auto-determinado, en el que el alumno reflexione sobre lo que se aprende y cómo se aprende, y en el cual los educadores enseñen a los alumnos como aprender por sí mismos (Peters, 1998; Presley, 2011).

Un entorno de aprendizaje adecuado facilita el desarrollo de las competencias en los alumnos y su capacidad para aprender (Ashton & Newman, 2006; Bhojrub, Hurley, Neilson, Ramsay, & Smith, 2010). El rol que juegan las prácticas de laboratorio es vital para la formación de los profesionales de ingeniería y el desarrollo de sus competencias profesionales. Las nuevas tecnologías disponibles han traído desarrollo de los métodos de enseñanza, recursos de aprendizaje y variedad de medios digitales (Brooks & Gibson, 2012). Con esto, los estudiantes pueden investigar los fenómenos científicos, las técnicas de recolección de datos, los modelos y teorías de la ciencia en los laboratorios físicos que apoyan las interacciones con el mundo material valiéndose de nuevas tecnologías. La implementación de nuevas prácticas de laboratorio y enfoques pedagógicos en los programas de ingeniería se hace imperativa para aprovechar los recursos tecnológicos y generar ambientes que permitan el desarrollo de la autonomía y auto-dirección de los alumnos. Así mismo, es importante innovar cada vez más en experiencias científicas más interesantes y motivadoras para los alumnos. (de Jong, 2013).

En la literatura se encuentra dos metodologías de enseñanza y combinaciones de ellas, con el objetivo de desarrollar eficazmente la competencia "life-long learning": La interacción en grupos pequeños y el uso de tecnologías de la información. De acuerdo a Vico, Sharron, Caroline, Angela, and Mak (2012) las interacciones a través de grupos pequeños de trabajo fomentan el intercambio de conocimientos, el debate, la escucha activa y la retroalimentación constructiva entre alumnos. De esta forma es posible lograr el aprendizaje auto-dirigido y que los estudiantes asuman la responsabilidad del logro sus propios conocimientos. En pequeños grupos, los estudiantes son motivados y capaces de desempeñar un papel activo en la exploración y desarrollo de nuevos conocimientos cooperando con las habilidades de aprendizaje generales del grupo (DiMarco & Luzzatto, 2010).

La implementación de tecnologías de información y comunicación TIC ha mostrado ser un recurso importante a la hora de enseñar la competencia (Durán, del Carmen Talavera Serrano, Hiniesta, & Gutiérrez, 2011). Al incluir estas herramientas en la metodología del curso, el estudiante participa de manera activa en la construcción de sus conocimientos al mismo tiempo que permanece actualizado en el manejo de las nuevas tecnologías. Los estudiantes necesitan desarrollar habilidades en la adquisición de conocimientos a través de las tecnologías, que le permitan dirigir sus propios estudios y métodos de aprendizaje (Class, 2011).

Con la incorporación de nuevos conocimientos a medida que avanza el curso de formación de un estudiante, el conocimiento previo adquirido desaparece rápidamente causando el conocido "efecto olvido catastrófico" (French, 1999) y la "interferencia catastrófica" (McCloskey & Cohen, 1989), los cuales son mayor obstáculo del desarrollo de la competencia "life-long learning". Diversas series de investigaciones han resaltado la importancia de la competencia en el proceso de formación (Mayhew, Wolniak, & Pascarella, 2008), las características que componen a un "life-long learner" (Fatih, 2012), e incluso a la forma en la cual adaptar el entorno con el fin de favorecer el desarrollo de la competencia (Wielkiewicz, Prom, & Loos, 2005). A pesar de lo anterior, son pocos los estudios que se han enfocado en el desarrollo de prácticas y método de enseñanza que permitan el desarrollo de esta competencia en los estudiantes.

Entender la forma como ocurre el aprendizaje y modelar su proceso, ayuda a crear interés de los estudiantes en su formación cognitiva. La curva de aprendizaje es una herramienta que permite hacer realidad este planteamiento, además de ayudar a modificar el imaginario que se tiene alrededor de la naturaleza del aprendizaje (Anzanello & Fogliatto, 2011). Su impacto en el mejoramiento de procesos y planeación de la producción le da una especial importancia en la formación de profesionales de la ingeniería (Morrison, 2008). Debido a que el concepto de curva de aprendizaje se relaciona con la evaluación de las diferentes formas con que una persona adquiere, actualiza y mantiene sus habilidades y conocimiento; los autores detectaron una oportunidad para utilizarla como una herramienta de soporte en el desarrollo de la competencia "life-long learning".

2. Metodología

2.1. Participantes

La muestra experimental está compuesta por 75 estudiantes de V semestre del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad del Norte, Barranquilla (Colombia). Las Edad promedio de los estudiantes fue de 19,54 (D. E. 1,149).

2.2. Materiales y equipos

Los equipos utilizados para realizar la practica son: la pantalla para simulación de incendios BullEx BullsEye ® y el extintor electrónico BullEx HotShot ®. El simulador cuenta con un controlador de nivel que permite la toma de datos cada vez que se pone en operación.



Imagen 1. Simulador de Incendios BullEx BullsEye® y BullEx HotShot®

Los estudiantes hicieron uso de los software estadísticos IBM SPSS® Statistics 21 y Statgraphics®, en la etapa de análisis de datos y modelación matemática/estadística. Además se apoyaron en fuentes bibliográficas de bases de datos de la universidad.

La logística de la actividad se organizó a través de páginas web diseñadas con el fin de monitorear el avance de la actividad y recopilar los datos. Se utilizó una encuesta para la medición de actitudes que comprende preguntas dirigidas hacia: La satisfacción con la actividad, la actitud hacia el uso de la competencia “life-long learning”, aplicabilidad de lo aprendido en el quehacer profesional, la actitud hacia la investigación y el compromiso con la experiencia de laboratorio.

2.3. Procedimiento

Inicialmente se impartió una conferencia a los estudiantes por parte del profesor, en la cual se les capacitó con elementos teóricos/prácticos acerca de la curva de aprendizaje y se les mostró el manejo adecuado del simulador de incendios BullEx BullsEye® y del extintor BullEx HotShot®. En este punto se motivó a reflexionar a los estudiantes sobre la forma en que el ser humano lleva el aprendizaje y la importancia de tener en cuenta variables como el factor de olvido y la practica en todas las acciones de aprendizaje que se emprenden en la vida personal y profesional. Adicionalmente se aplicó una encuesta a todos los estudiantes, destinada a la evaluación de actitudes, que llevaban a la reflexión de los estudiantes y la articulación de su imaginario con la actividad.

Se crearon grupos de trabajo y en donde solo un representante sirve como sujeto experimental para realizar las 10 pruebas con el simulador de incendios y así tomar los datos necesarios para evaluar la curva de aprendizaje. Durante tres semanas se llevaron a cabo las prácticas en el laboratorio de Seguridad Industrial del Departamento de Ingeniería Industrial. Cada prueba se realizó respetando un intervalo de mínimo de 6 horas y no más de 48 horas. Con estos datos los grupos realizaron un análisis matemático/estadístico con el objetivo de determinar el número de ensayos requeridos para considerar a una persona pro-eficiente en el uso del extintor aplicando el concepto de curva de aprendizaje y apoyándose en fuentes bibliográficas. Estos resultados de la investigación fueron presentados por cada grupo en formato de informe de laboratorio.

Los informes fueron evaluados con una adaptación de la rúbrica desarrollada por el Department of Computer Science and Engineering at the Ohio State University (2011) para la evaluación de la competencia de “life-long learning”. Para Finalizar, se aplicó por segunda vez la encuesta a los estudiantes, con el fin de determinar el impacto de la actividad en referencia.

3. Resultados

El primer criterio para evaluar el efecto de la experiencia en la formación de los estudiantes y específicamente en el desarrollo de la competencia "life-long learning", es revisar los resultados globales del artículo final para los diferentes criterios considerados en la rúbrica. Los datos se recopilaron en la Tabla 1.

Tabla 1. *Resultados Globales de Artículos según Rubrica*

Criterios	1	2	3	4
Investigación / Documentación	0%	8%	68%	24%
Análisis / Evaluación	0%	12%	28%	60%
Presentación de ideas / Organización del Artículo	4%	20%	16%	60%
Estilo	8%	16%	40%	36%

En promedio el 83% de los estudiantes se ubicaron en los niveles superiores de desempeño, cumpliendo con su objetivo de aprendizaje en alto grado.

Por otro lado, se muestran los datos recopilados con ayuda del instrumento diseñado para evaluar la percepción y actitudes de los estudiantes. A través de un diferencial semántico y siguiendo un diseño experimental "antes y después", se ejecutan pruebas T pareadas de diferencia de medias, con un nivel de significancia de 10%. Esto se realiza con el objeto de evaluar si hubo un cambio en los valores arrojados entre la primera toma y re-test. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. *Resultados Instrumento para la Medición de Impacto "Antes y Después"*

Item	Diferencia entre medias	Valor_P	Decisión	Frecuencia Re-test
El concepto de curva de aprendizaje ayuda a entender la forma como el ser humano adquiere una competencia o habilidad	-0,27	0,031	Significativa	88,5% de los entrevistados en el re-test menciono estar entre mucho y extremadamente de acuerdo
Planea aplicar el concepto de curva de aprendizaje como una herramienta para mejorar su desempeño académico	-0,6	0,000	Significativa	60,7% de los entrevistados en el re-test menciono estar entre mucho y extremadamente decidido; un 26,2% menciono estar ligeramente decidido.
Control percibido para manipular correctamente un extintor a la hora de apagar un incendio	-0,6	0,001	Significativa	45,9% de los entrevistados en el re-test menciono estar entre mucho y extremadamente de acuerdo; un 23% menciono estar ligeramente de acuerdo.
Autoevaluación de su participación la actividad	-1,01	0,000	Significativa	78,7% de los entrevistados en el re-test menciono tener una participación entre mucho y extremadamente buena.

La actividad contribuye en el desarrollo de sus competencias de trabajo en equipo	-0,6	0,001	Significativa	86,9% de los entrevistados en el re-test menciono estar entre mucho y extremadamente de acuerdo.
La actividad contribuye en el desarrollo de sus habilidades comunicativas	-0,68	0,000	Significativa	72,1% de los entrevistados en el re-test menciono estar entre mucho y extremadamente de acuerdo.
La actividad contribuye en el desarrollo de sus competencias investigativas	-0,311	0,038	Significativa	88,5% de los entrevistados en el re-test menciono estar entre mucho y extremadamente de acuerdo.

n = 75

Los resultados muestran que el impacto que tuvo la actividad es altamente positivo. Los valores obtenidos en el re-Test resultaron ser significativamente altos para los ítems expresados en la Tabla 1. El análisis de las frecuencias también resulta favorable con valores usualmente por encima del 80% para los niveles superiores.

4. Discusión y Conclusión

Los resultados obtenidos permiten afirmar que la propuesta para el desarrollo de la práctica de curva de aprendizaje, contribuye al desarrollo del conocimiento y permite abordar competencias profesionales como la de "life-long learning". En este sentido, puede mencionarse dentro de los beneficios: mejora de las actitudes hacia la investigación, fortalecimiento de su habilidad para trabajar en equipo, comunicarse efectivamente, desarrollo de capacidades críticas y analíticas de ingeniería, entre otras. Se demuestra que la actividad modifica positivamente la actitud frente a la necesidad de actualización y desarrolla en los estudiantes la destreza del aprendizaje continuo a largo plazo.

En la evaluación de los resultados se revisaron los diversos objetivos de la actividad, obteniéndose en todos los casos, un balance positivo por parte de los estudiantes y la satisfacción por su participación y el deber cumplido. Es visible en las diferentes etapas de la experiencia, la inclusión y aprehensión de los conocimientos teóricos impartidos en la cátedra. Gracias a la simulación de una problemática real de aprendizaje, se logró que los estudiantes reconocieran el rol que juega la competencia "life-long learning" en su quehacer profesional, aprovechando la motivación situacional que generan los ambientes de aprendizaje activo.

Se puede concluir que esta experiencia educativa puede ser realizada como una forma de estimular el desarrollo de la competencia "life-long learning". Por su naturaleza el concepto de curva de aprendizaje puede ser virtualmente replicado a otras actividades para servir con el mismo propósito, ayudando a suplir la brecha que hay en el conocimiento acerca de las estrategias para el estímulo de la competencia.

5. Referencias

- ABET. (2012). 2013-2014 Criteria for Accrediting Engineering Programs. Effective for evaluations 2013-2014 accreditation cycle: Engineering Accreditation Commission.

- Anzanello, M. J., & Fogliatto, F. S. (2011). Learning curve models and applications: Literature review and research directions. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41(5), 573-583.
- Ashton, J., & Newman, L. (2006). An Unfinished Symphony: 21st Century Teacher Education Using Knowledge Creating Heutagogies. *British Journal of Educational Technology*, 37(6), 825-840.
- Aynur, E., & Bülent, Y. (2009). Lifelong Learning and Public Libraries in Turkey Yaşam Boyu Öğrenme ve Türkiye'de Halk Kütüphaneleri. [Journal article]. *Türk Kütüphaneciliği / Turkish Librarianship*(4), 803.
- Bhoyrub, J., Hurley, J., Neilson, G. R., Ramsay, M., & Smith, M. (2010). Heutagogy: An alternative practice based learning approach. *Nurse Education In Practice*, 10(6), 322-326.
- Blaschke, L. M. Heutagogy and lifelong learning: A review of heutagogical practice and self-determined learning.
- Brooks, C., & Gibson, S. (2012). Professional Learning in a Digital Age. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 38(2).
- Class, C. B. (2011). Teaching New Technologies and Life-Long Learning Skills: A Sample Approach and Its Evaluation. [Article]. *International Journal of Advanced Corporate Learning*, 4(4), 10-19.
- Chittister, C., & Haines, Y. Y. (2011). Harmonizing ABET Accreditation and the Certification of Systems Engineers. *SYSTEMS ENGINEERING*, 14(3), 341-348.
- de Jong, T. M. C. Z. Z. C. (2013). Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. [Article]. *Science*, 340(6130), 305.
- DiMarco, G., & Luzzatto, E. (2010). Collaborative Learning : Methodology, Types of Interactions and Techniques. New York: Nova Science Publishers.
- Durán, E. M., del Carmen Talavera Serrano, M., Hiniesta, F. R., & Gutiérrez, M. T. G. (2011). LAS TIC COMO HERRAMIENTA FUNDAMENTAL DE LA FORMACIÓN PERMANENTE EN LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA. (Spanish). [Article]. *ICT AS A FUNDAMENTAL TOOL FOR THE LIFE LONG LEARNING AT THE UNIVERSITY OF SEVILLE*. (English)(39), 155-166.
- Fatih, D. (2012). Socrates: the Prophet of Life-Long Learning. [Article]. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 4481-4486.
- French, R. M. (1999). Catastrophic forgetting in connectionist networks. *Trends In Cognitive Sciences*, 3(4), 128-135.
- Mayhew, M. J., Wolniak, G. C., & Pascarella, E. T. (2008). How Educational Practices Affect the Development of Life-Long Learning Orientations in Traditionally-Aged Undergraduate Students. *Research in Higher Education*, 49(4), 337-356.
- McCloskey, M., & Cohen, N. J. (1989). Catastrophic Interference in Connectionist Networks: The Sequential Learning Problem (Vol. 24).
- Morrison, J. B. (2008). Putting the learning curve in context. *Journal of Business Research*, 61(11), 1182-1190.
- Myers, J. L., & Greenson, J. K. (2012). Life-long learning and self-assessment. [Article]. *Archives of Pathology and Laboratory Medicine*, 136(8), 851-853.
- Peters, O. (1998). Learning and Teaching in Distance Education: Analyses and Interpretations from an International Perspective.
- Presley, J. W. (2011). DIY U: Edupunks, Edupreneurs, and the Coming Transformation of Education. *REVIEW OF HIGHER EDUCATION*, 34(4), 714-717.
- Rachal, J. R. (1994). Andragogical and Pedagogical Methods Compared: A Review of the Experimental Literature.
- Seval, K., & Gulsun Atanur, B. (2012). Village Institutes and Life-long Learning. [Article]. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 5937-5940.

- Vico, C. L. C., Sharron, S. K. L., Caroline, Y. Y. C., Angela, Y. M. L., & Mak, Y. W. (2012). Building life-long learning capacity in undergraduate nursing freshmen within an integrative and small group learning context. [Article]. Nurse Education Today.
- Wielkiewicz, R. M., Prom, C. L., & Loos, S. (2005). Relationships of the Leadership Attitudes and Beliefs Scale with Student Types, Study Habits, Life-Long Learning, and GPA. College Student Journal, 39(1), 31.
- World Bank, W. D. C. H. D. N. (2003). Lifelong Learning in the Global Knowledge Economy: Challenges for Developing Countries. Directions in Development Series.

Sobre los autores

- **Óscar Oviedo Trespalcios:** Ingeniero Industrial, Máster en Ingeniería Industrial de Universidad del Norte. Profesor Investigador, Universidad del Norte. ooviedo@uninorte.edu.co
- **Carmenza Luna:** Ingeniera Industrial, Doctora en Ingeniería Industrial de Universidad Politécnica de Valencia. Profesor Investigador, Universidad del Norte. cluna@uninorte.edu.co
- **Carmen Berdugo:** Ingeniera Industrial, Máster en Ingeniería Industrial de Universidad del Norte. Profesor Investigador, Universidad del Norte. cberdugo@uninorte.edu.co
- **Rita Peñabaena:** Ingeniera Industrial, Máster en Ingeniería Industrial de Universidad del Norte. Profesor Investigador, Universidad del Norte. rpena@uninorte.edu.co
- **Ricardo Manjarrés:** Estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad del Norte, Barranquilla. jmanjarresr@uninorte.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)