

SECUENCIA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS DE DISEÑO EN AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

J. Acevedo Martínez¹

F. Chávez Valdivia²

J. Gómez López³

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es realizar una comparación entre los resultados obtenidos en la impartición de un curso normal y la impartición de un curso bimestral de la materia de Automatización Industrial, contemplando una secuencia didáctica que propicie la formación de líderes por medio del aprendizaje autónomo, considerando estas últimas actividades en un periodo intensivo. La importancia del presente trabajo estiba en dos puntos: determinar si la secuencia didáctica propuesta mejora el aprendizaje *versus* el aprendizaje tradicional y determinar los criterios que se deben seguir en la organización de las actividades de aprendizaje utilizando esta secuencia, con lo cual se contribuirá a fundamentar teóricamente el diseño de cursos basados en competencias. La efectividad del uso de una correcta secuencia se sustenta por medio de indicadores, como son: el desempeño en las actividades en aula, desempeño de actividades extra clase, habilidades adquiridas con relación a las competencias establecidas en el programa, los resultados obtenidos han sido satisfactorios al considerar como principal indicador el porcentaje de alumnos aprobados en cada semestre analizado, 32.00 % en el periodo agosto–diciembre del 2016 y 96.66 % en el período octubre–noviembre del 2016, además de mostrando un incremento en este indicador, al término del período octubre–noviembre del 2016 se aplica una encuesta de satisfacción al estudiante, obteniendo un nivel de satisfacción del 4.8 en una escala de 5. Estos indicadores reflejan el cumplimiento de las competencias y el aprendizaje autónomo.

ANTECEDENTES

La exigencia actual para el ingeniero en el área de Automatización Industrial ha cambiado significativamente en las últimas décadas, debido a la constante evolución de las herramientas digitales y su integración en el diseño de sistemas autónomos y por ende en el desarrollo de competencias específicas para el Ingeniero, además si se considera que la enseñanza tradicional por contenidos y la resolución de problemas de manera escrita ya no son suficientes para cumplir con las exigencias actuales de los ingenieros en la sociedad (es decir, lograr resultados satisfactorios de diseño en menor tiempo posible), por lo que resulta imprescindible la formación del ingeniero dentro y fuera del aula, ponderar el trabajo que el estudiante realiza de manera autónoma, instrumentar métodos y estrategias didácticas que incluyan y aprovechen los recursos que aportan las nuevas tecnologías de información y comunicación.

Los Currículos Basados en Competencias (CBC) son una tendencia de diseño curricular y actualmente son el modelo más recurrente para reformar los planes de estudio de las Instituciones de Educación Superior (IES).

Después de sus inicios, como idea central del Espacio Europeo de Educación Superior (European Higher Education Area, 2010), las competencias se han convertido en un indicador importante de los actuales diseños curriculares, ya que está presente en las

¹ Profesor de Asignatura del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga. julius.itpa@gmail.com.

² Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Aguascalientes. ingferchavez@hotmail.com.

³ Estudiante de Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico de Aguascalientes. jglmesita@hotmail.com.

políticas educativas de varias entidades internacionales, tales como la UNESCO, la OEI, la OIT, el CINTERFOR (Tobón, 2007).

Esta tendencia a reformar los currículos para transformarlos a competencias, se debe fundamentalmente a que los CBC pudieran constituir una solución a problemas que presenta la Educación Superior y la necesidad de responder a las nuevas exigencias que la sociedad actual presenta a los egresados de todas las carreras. Para que un modelo basado en competencias constituya una solución real a los problemas presentes en la Educación Superior son necesarias una serie de condiciones que van más allá del diseño curricular.

Autores como Díaz Barriga (2006), Gimeno Sacristán (2009) plantean dudas acerca de si realmente este enfoque constituye una salida aplicable a los problemas que presenta la educación superior, partiendo de su debilidad conceptual.

Para que este diseño curricular tenga éxito, es imprescindible que las reformas planteadas lleguen a constituir un verdadero cambio en los cursos impartidos a los estudiantes en los métodos de impartición de las asignaturas y en las formas de evaluación de los aprendizajes.

Como señala Zabala (2007) la problemática es que no existe una metodología propia para la enseñanza de las competencias, lo que plantea ante los profesores la tarea de diseñar sus cursos, bajo este nuevo enfoque, sin tener el apoyo teórico necesario.

Objetivos

El Objetivo del presente trabajo es realizar una comparación entre los resultados obtenidos en la impartición tradicional de un curso semestral ordinario de la materia de Automatización Industrial y la impartición un curso bimestral extraordinario contemplando una secuencia didáctica intensiva propiciando la formación de líderes por medio del aprendizaje autónomo.

La importancia del presente trabajo estiba en dos puntos, el primero de determinar si la secuencia didáctica propuesta mejora el aprendizaje *versus* el aprendizaje tradicional y segundo determinar los criterios que se deben seguir en la organización de las actividades de aprendizaje utilizando una secuencia didáctica, con lo cual se contribuirá a fundamentar teóricamente el diseño de cursos basados en competencias, compartiendo esta experiencia con otros docentes del área a explorar esta posibilidad.

El desarrollo de competencias implica un proceso de enseñanza – aprendizaje basado en actividades de aprendizaje que el estudiante realiza y una evaluación por parte del docente, donde lo realmente importante es la actividad llevada a cabo por el estudiante (Biggs, 2001); por tanto, el diseño de actividades en secuencia didáctica es muy importante porque de este depende en gran medida que el estudiante logre el aprendizaje esperado.

METODOLOGÍA

El objetivo del presente trabajo estiba en dos puntos: el primero en determinar si la secuencia didáctica propuesta mejora el aprendizaje autónomo *versus* el aprendizaje tradicional y segundo determinar los criterios que se deben seguir en la organización de las

actividades de aprendizaje utilizando esta secuencia, con lo cual se contribuirá a fundamentar teóricamente el diseño de cursos basados en competencias.

La asignatura de Automatización Industrial es considerada como Ingeniería Aplicada para organismos como el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A. C. (CACEI) en México.

Las cuatro competencias específicas por unidad de aprendizaje a desarrollar en el programa de Automatización Industrial son:

1. Identificar y comprender el funcionamiento de los componentes normalizados de los circuitos neumáticos, hidráulicos y electroneumáticos básicos.
2. Aplicar criterios de diseño para la selección de actuadores y motores hidráulicos y neumáticos de acuerdo con sus aplicaciones específicas.
3. Aplicar métodos de solución de problemas de mando de circuitos utilizados en automatización de procesos de acuerdo con sus aplicaciones específicas.
4. Solucionar problemas de automatización industrial utilizando PLC's.

Para el logro de cada una de las competencias se diseñaron actividades en secuencia didáctica a partir de un proceso de tres etapas (Martínez Alonso, Monsiváis Pérez, & Garza, 2014):

1ª Etapa de familiarización (F). El estudiante se familiariza con los conceptos, leyes y/o modelos que posteriormente le serán necesarios en una aplicación práctica. No se pretende aquí una simple memorización, sino que el aprendiz construya sus conocimientos y llegue a una comprensión profunda de los mismos para que logre manejar adecuadamente el lenguaje científico – técnico del tema en cuestión.

2ª Etapa de aprendizaje guiado del método (AG). Posterior a la comprensión de los conceptos, leyes y/o modelos, el estudiante debe dominar el método o procedimiento de aplicación que es el fin de esta etapa, para lo cual el profesor mostrará primero el método y su aplicación en situaciones típicas para después plantear situaciones que el estudiante intente resolver, aplicando el método propuesto, siempre guiado del profesor en función de las necesidades del estudiante (Administrar el conocimiento, actividades y desarrollo de las mismas) y debe ir disminuyendo a medida que avanza en la etapa.

3ª Etapa de aplicación autónoma del método (AA). Dado que en el modelo de competencias debe incluirse siempre la aplicación, esta etapa está orientada a que el estudiante en forma autónoma e independiente aplique el método propuesto en la etapa anterior a situaciones nuevas propuestas en el escenario asignado por el docente, aplicando y mostrando el desempeño de la competencia en toda su extensión, lo cual demuestra *liderazgo* al definirse este como la toma de decisiones acertadas en su ámbito profesional en favor del entorno.

En esta etapa se aspira a que el estudiante trabaje solo e independiente y solo acuda al profesor o a otras fuentes cuando no sea capaz de resolver la situación que se le presente.

Se evaluaron dos grupos de Ingeniería Mecánica que cursaron la asignatura de Automatización Industrial; el primero con el método tradicional y el segundo con la propuesta de secuencia didáctica.

Semestre: Agosto – Diciembre 2016 Grupo: DMD1302IM2 N° de estudiantes: 37
 Bimestre: Octubre – Noviembre 2016 Grupo: DMD1302IM3 N° de estudiantes: 30

Las actividades para el logro de las competencias en el Semestre Agosto – Diciembre 2016 se describen en la Tabla 1:

Tabla 1. Listado de Actividades Totales

Unidad	N°	Actividades	Etapa
I.- COMPONENTES	1	La Ingeniería, Sistemas Scada y Automatismo	F
	2	Índice de historia a la neumática SMC	F
	3	Aplicaciones y sistemas de producción neumáticas	AG
	4	Tipos de compresores y tratamiento al aire	AG
	5	Actuadores, reguladores y lubricadores neumáticos	AG
	6	Evaluación escrita	AA
II.- ACTUADORES	7	Revisión de documentación técnica de actuadores	AA
III.- MANDOS	8	Ejercicios de automatización Neumáticas [14], Dibujo esquemático [1] (Software Automation Studio)	AG
	9	Evaluación Individual	AA
	10	Proyecto individual software/Proyecto en equipo [Prototipo]	AA
IV.- CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC)	11	Revisión de documentación técnica de los PLC	AA

F = Familiarización, **AG** = Aprendizaje guiado, **AA** = Aprendizaje Autónomo

Para el presente estudio solo se consideran las actividades que aportan a la calificación final del estudiante, es decir, las sumativas que a continuación enlistan en la Tabla 2:

Tabla 2. Listado de Actividades Sumativas

Unidad	N°	Actividades	Etapa
I.- COMPONENTES	6	Evaluación Escrita	AA
III.- MANDOS	9	Evaluación Individual	AA
	10	Proyecto Individual con Software/ Proyecto en equipo	AA

F = Familiarización, **AG** = Aprendizaje guiado, **AA** = Aprendizaje Autónomo

Descripción de las actividades sumativas:

Actividad N° 6. Se realizó una evaluación escrita por parte del estudiante de la teoría revisada en la unidad 1.

Actividad N° 9. Se asignó un circuito neumático impreso a los estudiantes para que realizaran su simulación de manera individual en el software Automation Studio.

Actividad N° 10. Consistió en requerir del estudiante la realización de un proyecto, el cual si se realizaba de manera individual consistía en la simulación en software de un sistema de automatización netamente neumático y si se elegía la opción de trabajar en equipo consistía en la realización de un prototipo físico de un proyecto de automatización.

Las actividades diseñadas en secuencia didáctica para el logro de las competencias en el periodo Octubre - Noviembre 2016 se describen en la Tabla 3:

Tabla 3. Listado de Actividades Totales

Unidad	N°	Actividades	Etapas
I.- COMPONENTES DE SISTEMAS HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS	1	Revisión de la aplicación Virtual Fluid N/H	F
	2	Revisión de Simbología en Catálogo FESTO	AG
	3	Investigación de Simbología en Catálogo SMC	AA
	4	Investigación de Simbología en Catálogo PARKER	AA
	5	Investigación en Campo-Laboratorio de Mecánica	AA
	6	Evaluación Oral	AA
II.- ACTUADORES	7	Ejercicios de Selección de compresor	AG
	8	Ejercicios de cálculo de fuerza en actuadores N/H	AG
	9	Selección de Actuadores Método FESTO	AG
	10	Selección de Actuadores con Software Air Consumption	AA
	11	Ejercicios de cálculo de potencia y rendimiento en motores	AG
	12	Evaluación Escrita	AA
III.- MANDOS	13	Ejercicios de Aplicaciones Neumáticas [14]	AG
	14	Ejercicios de Aplicaciones Electro-Neumáticas [12]	AG
	15	Ejercicios de Aplicaciones Hidráulicas [13]	AG
	16	Ejercicios de Aplicaciones Electro-Hidráulicas [9]	AG
	17	Elaboración de simulaciones FluidSim [48]	AA
	18	Prácticas Semana Tecnológica [15]	AG
	19	Evaluación Individual	AA
IV.- CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC)	20	Revisión Método Grafset	F
	21	Investigación de lenguajes de programación para Autómatas	F
	22	Revisión Funciones Lógicas Básicas- LabView	F
	23	Ejercicios de simplificación de Ecuaciones por Tabla de	AG
	24	Ejercicios de simplificación con software Karnaugh Minimizer	AG
	25	Ejercicio de Programación PLC- Software STEP7-PC SIMU	AG
	26	Ejercicios de Programación PLC- Software LogixPro	AG
	27	Evaluación por Equipo [Reto Asignado]	AA

F = Familiarización, **AG** = Aprendizaje guiado, **AA** = Aprendizaje Autónomo

Para el presente estudio sólo se consideran las actividades que aportan a la calificación final del estudiante, es decir, las sumativas que a continuación enlistan en la Tabla 4:

Tabla 4. Listado de Actividades Sumativas

Unidad	N°	Actividades	Etapas
I.- COMPONENTES	6	Evaluación Oral	AA
II.- ACTUADORES	12	Evaluación Escrita	AA
III.- MANDOS	17	Elaboración de simulaciones FluidSim [48]	AA
	18	Practicar Semana Tecnológica [15]	AG
	19	Evaluación Individual	AA
IV.- PLC	27	Evaluación por Equipo [Reto Asignado]	AA

F = Familiarización, AG = Aprendizaje guiado, AA = Aprendizaje Autónomo

Descripción de las actividades sumativas:

Actividad N° 6. Se divide en dos etapas: en la primera por medio de un sorteo dirigido por el docente se le solicita al estudiante que tome cuatro tarjetas de una urna que contiene 150, cada tarjeta contiene el símbolo de un componente de automatización (neumático, electroneumático, hidráulico o electrohidráulico) deberá nombrar y describir el funcionamiento de cada uno.

En una segunda etapa se le proporciona por medio del profesor un componente físico de automatización procediendo el alumno a describir las características y funcionamiento (Tiempo de la evaluación: Max. 2 minutos).

Actividad N° 12. Es una evaluación escrita que consta de dos retos: en el primero el estudiante deberá seleccionar un compresor para una aplicación industrial asignada y en el segundo deberá encontrar la carrera de un actuador hidráulico para una aplicación específica., los retos son independientes entre sí. Ambos retos deberán resolverse de manera individual por parte del estudiante y para ello contará con diferentes apoyos o recursos (equipo de cómputo personal, catálogos digitales, etc.), al no existir una única solución para ambos retos el estudiante deberá fundamentar sus resultados presentando la más factible en cada reto.

(Tiempo de la evaluación: Max. 50 minutos).

Actividad N° 17. Se divide en cuatro partes, la parte neumática, electroneumática, hidráulica y electrohidráulica; con un total de 48 circuitos (referencia Tabla 3) para cada uno de ellos, el estudiante deberá realizar lo siguiente:

Elaboración de la simulación en el software FluidSim.

Elaboración de reporte impreso que contenga lista de partes del circuito y descripción de su funcionamiento.

(Tiempo estimado de actividad para cada circuito: Max. 50 minutos).

Actividad N° 18. Consiste en la asistencia en la semana tecnológica a un curso práctico de automatización bajo la supervisión de un docente de otra institución, este curso contempla la realización de 15 circuitos de automatización por parte de los estudiantes, los cuales se integran por equipos asignados por el docente, tomando como criterio la cantidad de componentes de automatización disponibles.

Durante este curso el docente llevara a cabo el control del avance de cada equipo por medio de una lista de cotejo por parte del docente invitado, además al término del curso los estudiantes entregaran por equipo un reporte impreso de las prácticas realizadas.

Actividad N° 19. Es una evaluación escrita que consta de un reto individual para cada estudiante, el cual deberá simular dicho reto en el software FluidSim, enlistar las partes del circuito y describir su funcionamiento. Para lograr dicho reto el estudiante podrá utilizar su equipo de cómputo personal. Logrando las competencias instrumentales y sistémicas (Tiempo de la evaluación: Max. 50 minutos).

Actividad N° 27. Se realizan equipos de tres estudiantes cada uno, cada equipo deberá resolver un reto de automatización asignado, los estudiantes sólo recibirán una descripción del reto, así como una imagen de bosquejo de la maquina en cuestión.

Los estudiantes deberán entregar:

Estado del arte del proyecto impreso.

Archivo digital de la simulación del automatismo básico en formato .ct

Archivo digital de la simulación del automatismo avanzado en formato .ct

El reto deberá resolverse de manera autónoma por parte del equipo sin intervención del docente.

(Tiempo asignado: Dos semanas).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la Tabla 5 se muestran el promedio de calificación obtenida por cada actividad para el semestre Agosto – Diciembre 2016 y bimestre Octubre – Noviembre 2016.

Tabla 5. Promedio de calificación por actividades en los dos semestres del muestreo

Periodo	Actividades						Promedio
	6	9-10					
Ago-Dic 2016	83%	83%					83.00
	6	12	17	18	19	27	
Nov-Dic 216	80.33%	73.13%	86.80%	87.00%	95.00%	86.00%	84.71

En la Tabla 6 se muestran el porcentaje de Aprobación en los dos semestres del muestreo

Tabla 6. Porcentaje de Aprobación

Periodo	Aprobados	No Aprobados	% Aprobados	% No
Ago-Dic 2016	12	25	32.00	68.00
Nov-Dic 216	29	1	96.66	3.34

Al final del curso en el periodo Octubre- Noviembre 2016 se aplica una encuesta voluntaria de Satisfacción del Cliente para obtener la opinión de los estudiantes respecto al curso con una escala de 1 a 5, donde: Pésimo = 1, Malo = 2, Regular = 3, Bueno = 4, Excelente = 5.

Las preguntas evaluadas con ponderación fueron las siguientes:

1. ¿La explicación del objetivo general del curso fue?
2. ¿La relación de los contenidos del curso con el área de su especialización fue?
3. ¿La secuencia y lógica de los temas fue?
4. ¿La preparación y organización del curso fue?
5. ¿La calidad del material didáctico que se te proporcionó fue?
6. ¿El manejo de la información por parte del instructor fue?
7. ¿Los conocimientos del instructor fueron?
8. ¿La resolución de dudas fue?
9. ¿En términos generales el desempeño del instructor fue?
10. ¿En términos generales el desarrollo del curso fue?

Derivado de esta encuesta (aplicada a 21 estudiantes) se presentan los resultados en la gráfica de la Figura 1. Mostrando el resultado de satisfacción por pregunta, en el cual se obtuvo un promedio de satisfacción general del 48 %.

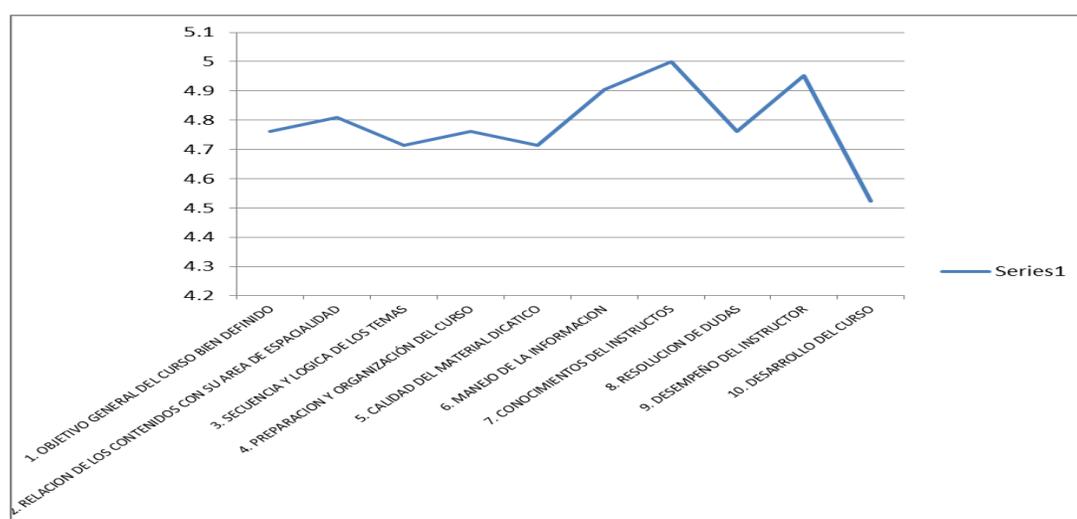


Figura 1. Resultados de encuesta de satisfacción.

Además, en la misma encuesta se realizan 4 preguntas abiertas para conocer más el sentir del estudiante, dichas preguntas son:

1. ¿Qué actividades de tu área se verán reforzadas con los conocimientos adquiridos en este curso?
2. ¿Qué fue lo que más te gusto sobre el curso?
3. ¿Cuál es tu opinión del proyecto integrador asignado?
4. ¿Qué sugerirías para mejorar este curso?

La opinión que tiene más frecuencia en los estudiantes respecto a la pregunta del proyecto integrador es la que lo define como un desafío interesante.

CONCLUSIONES

La secuencia didáctica propuesta para el curso de Automatización Industrial del periodo Octubre – Noviembre 2016 cumple con los dos objetivos planteados, por un lado mejorar el aprendizaje autónomo de las cuatro competencias del programa y por ende demostrar el liderazgo inferido en el promedio de calificación final obtenida y con el porcentaje de aprobación. Por otro lado, el objetivo de establecer los criterios a seguir para organizar las actividades de aprendizaje utilizando una secuencia didáctica se cumple al definir las actividades de familiarización, aprendizaje guiado y autónomo por unidad, permitiendo cubrir en la modalidad el programa en un menor tiempo y teniendo de evidencia los entregables por unidad.

Una recomendación para la secuencia didáctica propuesta sería agregar una mayor cantidad de actividades de aprendizaje autónomo y contrastar resultados con otro(s) grupo(s) de control.

BIBLIOGRAFÍA

- Díaz Barriga, A. (2006). El enfoque de competencias en educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio? *Perfiles Educativos*, XXVIII (111), 7-36.
- Gimeno Sacristán, J. (2009). *Educación por competencias, ¿qué hay de nuevo?* (2 ed.). Madrid, España: MORATA.
- Martínez Alonso, G.F., Monsiváis Pérez, A., & Garza Garza, J. Á. (2014). *Secuencia de Actividades para el Desarrollo de Competencias en un Curso de Física para ingenieros*.
- Tobón, S. (Enero-Diciembre de 2007) El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos. *Acción Pedagógica* (16), 14-28
- Zabala, A. (2007). 11 ideas clave. *Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona: Ed. Graó.