

ACTIVIDADES EN SECUENCIAS DIDÁCTICAS PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS DE DISEÑO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

J. A. Garza Garza¹
G. F. Martínez Alonso²
A. Treviño Cubero³

RESUMEN

En esta ponencia se presenta los resultados de las experiencias en la formación del futuro ingeniero en el aula, correspondiente a la Unidad de Aprendizaje Electrónica Digital I en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Utilizando métodos activos y técnicas de enseñanza de la ingeniería y una planeación del aprendizaje por medio de actividades diseñadas en secuencias didácticas, en este proceso se utilizan las nuevas tecnologías de diseño digital así como las aplicadas a la enseñanza y aprendizaje de la ingeniería. La efectividad de la propuesta tiene sustento en la medición indicadores tales como: el desempeño en las actividades, la calificación final obtenida, el porcentaje de alumnos aprobados, entre otros medios. Los resultados han sido satisfactorios ya que se han visto reflejados en el mejor porcentaje de aprobados y las competencias desarrolladas en los estudiantes.

ANTECEDENTES

La exigencia actual para el ingeniero en el área de diseño electrónico digital ha cambiado radicalmente debido a la constante evolución de las comunicaciones, la electrónica y la informática nombrada como la era digital, por otro lado considerando la enseñanza tradicional por contenidos y resolver solo los problemas en forma escrita planteados en un examen, no es lo adecuado para cumplir con las nuevas exigencias de los ingenieros en la sociedad, por lo que es necesario en la formación del ingeniero dentro y fuera del aula implementar métodos y estrategias didácticas que incluyan y aprovechen los recursos que aportan las nuevas tecnologías de información y comunicación, también es importante considerar que el trabajo realizado por el estudiante y como aprende sea el criterio principal de la organización de la docencia.

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.

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 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

¹ Secretario de Tecnologías de Información. Universidad Autónoma de Nuevo León. jagarza48@gmail.com.

² Coordinador de Estadística Académica. Universidad Autónoma de Nuevo León. gabrilo2009@hotmail.com.

³ Sub Director Académico. Universidad Autónoma de Nuevo León. cubero2005@yahoo.com.mx.

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.

Por ello el objetivo del presente trabajo es realizar un estudio exploratorio empírico de una secuencia didáctica, diseñada con actividades de aprendizaje ordenadas, en base a ciertas etapas para lograr el desarrollo de las competencias de una asignatura para estudiantes de ingeniería. Las etapas se proponen en base al análisis sistémico de la definición de competencia como un desempeño a lograr y los elementos que incluye dicha definición.

La pregunta para este estudio sería: ¿cómo deben organizarse las secuencias de actividades de aprendizaje para posibilitar el desarrollo de las competencias previstas en un curso?

En el caso concreto de este estudio la pregunta se concreta es: ¿contribuye la secuencia didáctica, con actividades ordenadas según las etapas propuestas, al desarrollo de la competencia prevista en un estudiante de ingeniería?

La importancia de este estudio radica en que si se logran determinar los criterios para la organización de las actividades de aprendizaje en secuencias, se contribuirá a fundamentar teóricamente el diseño de cursos basados en competencias, lo cual podrá ser utilizado como herramienta importante para la planeación e impartición de los cursos, bajo este enfoque, por parte de los profesores.

El desarrollo de competencias implica un proceso de enseñanza - aprendizaje basado en actividades de aprendizaje, el cual el estudiante va a realizar y que posibiliten su desarrollo y su evaluación por parte del profesor, por lo que en cualquier proceso de enseñanza - aprendizaje se destaca que lo realmente importante es la actividad que realiza el estudiante (Biggs, 2001) y por tanto el diseño de actividades en secuencias didácticas debe de ser revisado continuamente y comprobar que el estudiante logre el aprendizaje esperado en cada una de las actividades. Hay que considerar que lo que realmente debe evaluarse es la competencia como un desempeño que se pretende lograr en el estudiante.

METODOLOGÍA

La asignatura de Electrónica Digital I es considerada como ciencias de la ingeniería por algunos organismos como el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C. (CACEI) en México. Se imparte en los programas educativos de Ingeniero en Electrónica y Automatización, Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones, Ingeniero en Mecatrónica, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

La competencia a desarrollar es la primera etapa del Diseño de Sistemas Electrónicos Digitales, basados en la aplicación de los fundamentos teóricos y prácticos del Álgebra Booleana, aplicando métodos de diseño para los sistemas Combinacionales y Secuenciales, utilizando herramientas computacionales, analíticas e instrumentación para construir prototipos con dispositivos de función fija y programable, y verificar su correcto funcionamiento.

Para el logro de la competencia se diseñaron actividades en secuencias didácticas a partir de un proceso que incluye tres etapas (Martínez Alonso, Monsiváis Pérez, & Garza Garza, 2014):

1ª Etapa de familiarización. 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. 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 (ni mucha que no le permita actuar independientemente; ni poca que no le facilite la tarea cuando se detiene) y debe ir disminuyendo a medida que avanza en la etapa.

3ª Etapa de aplicación autónoma del método. 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, aplicando y mostrando el desempeño en toda su extensión. En esta etapa se aspira a que el estudiante trabaje solo e independiente, y solo acuda al profesor o a otros compañeros, cuando no pueda resolver la situación que se le presente.

Se puede apreciar en estas etapas una ampliación del concepto de currículo bimodal (Pere Marquès & Álvarez Cánovas, 2014), que distingue entre “Actividades de memorización comprensiva” y “Actividades prácticas de aplicación”, adaptado a educación superior y en particular a la formación de ingenieros, que tiene un componente importante en actividades de diseño y aplicación con un gran peso de conocimientos de tipo teórico.

Las actividades diseñadas en secuencias didácticas para el logro de la competencia prevista en los semestres enero – junio y agosto diciembre del 2014 se describen en la Tabla 1:

Tabla 1. Listado del total de actividades

No	Actividades	Etapa
1	Investigación sobre la definición de Sistemas Digitales	F
2	Ejercicios de conversión entre Sistemas numéricos	F
3	Implementación de un prototipo de los miniterminos o maxiterminos	AG
4	Simplificación de funciones Booleanas (pizarrón)	AG
5	Guía de estudios del examen de medio término	AG
6	Examen de medio curso	AA
7	Solución del problema del examen de medio curso e implementación de un prototipo el problema planteado en el examen	AG
8	Prototipo del Multiplexor de 8 a 1 línea en un PLD	AG
9	Prototipo del Sumador o Comparador de 2 números de 8 bits (cascada) con circuitos de función fija TTL	AG
10	Prototipo del Decodificador de BCD a 7 Segmentos	AG
11	Prototipo del Convertidores de Código	AG
12	Prototipo del con 2 opciones de Generadores de pulso de sincronía	AG
13	Prototipo del Secuencia de luces diseño secuencial	AG
14	Prototipo del Contador con Display	AG
15	Proyecto Final	AA
16	Examen final	AA

F = Familiarización, AG= aprendizaje guiado, AA= aprendizaje autónomo

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se evaluaron 2 grupos de los 15 grupos en el semestre enero- junio 2014 y 3 de 14 en el semestre de agosto diciembre del mismo año.

Semestre enero-junio 2014.

Hora de clase	Alumnos
M2	21
M3	28
Totales	49

Semestre agosto-diciembre 2014

Hora de clase	Alumnos
M2	43
M3	40
M4	39
Total	122

Las actividades que se consideraron para la evaluación en este estudio se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2.- Listado actividades sumativas

No	Actividades
3	Implementación de un prototipo de los miniterminos o maxiterminos
5	Guía de estudios del examen de medio término
6	Examen de medio curso
10	Prototipo del Decodificador de BCD a 7 Segmentos
15	Proyecto Final
16	Examen final

Las otras no se consideran por ser del tipo de evaluación formativa que los prepara para las listadas que son del tipo de evaluación sumativa que aportan significativamente a la calificación del estudiante, la descripción de cada una de las actividades sumativas se muestra a continuación.

Actividad 3 consiste en que el estudiante realice un prototipo partiendo de la redacción de un problema de un sistema combinacional en forma individual diferente para cada estudiante, en donde se le guía para su realización por medio de instrucciones dentro de clase, videos y presentaciones disponibles en la página del curso (Garza J. A., 1998) además de una lista de cotejo para que el estudiante pueda ver las etapas y su avance en el desarrollo de la actividad.

Etapas: 1.-Conseguir el Material necesario, 2.- Software descarga e Instalación y licencia, 3.- Planteamiento del problema (elaborar una tabla de Verdad), 4.- Manejo del software y simulación, 5.- Programar el dispositivo, 6.- construcción del prototipo, 7.- elaboración del reporte de la actividad.

Actividad 5 es una guía de estudios que le permitan prepararse para el examen de medio curso que incluye : 1.- Sistemas numéricos, 2 Resumen conceptual por medio de la solución de un crucigrama, 3.- solución de Identidades, 4.- Operadores Lógicos, 5.- Operaciones Booleanas., 6.- Representación gráfica de las ecuaciones, 7 Identificación de funciones Booleanas, 8. - Manipulación algebraica, 9.- minimización de funciones booleanas por medio del Mapas de Karnaugh, 10 Las ocho formas estándar, 11.- diseño combinacional por medio de un Problema propuesto y 12.- Conclusiones de la actividad.

Examen de medio curso o actividad 6 se evalúa lo siguiente:

- 1.- Conversiones entre Sistemas Numéricos.
- 2.- Operaciones Booleana: valor o la función equivalente Circuito o ecuación.
- 3.- Funciones booleanas en su representación Gráfica.
- 4.- Minimización de Funciones Booleana: Manipulación Algebraica.
- 5.- a).- Obtención de la tabla de verdad a partir de la redacción de un problema.
 b).- Obtener Las ecuaciones mínimas SOP y POS utilizando Mapas de Karnaugh.
 c).- Diagrama esquemático de los dos resultados de las ecuaciones mínimas SOP y POS.
 d).- Obtener la ecuación y dibujar el diagrama de la forma And/Nor.

Actividad 10 consiste en implementar en una tablilla de conexiones un decodificador de BCD a 7 Segmentos por medio de un Dispositivo Lógico Programable usando el comando `Trut_table` en el lenguaje ABEL_HDL.

Proyecto final consiste en un Diseño Secuencial síncrono individual y diferente para cada estudiante que debe de presentar el circuito funcionado correctamente y Montado y alambrado en una tablilla de conexiones.

Para la motivación y promover la creatividad obtener puntos adicionales se consideran los siguientes valores agregados al proyecto:

- a) El montaje es un diseño en circuito impreso, debidamente ordenado y los componentes soldados correctamente.
- b) Contiene elementos adicionales a los dispositivos electrónicos tales como: sensores, actuadores motores, hardware periférico, etc.
- c) Incluye un video en formato avi que contenga la explicación grafica de todo el proceso del diseño hasta el producto final, con un buen guion y buena dicción, con una duración entre 10 a 20 minutos.

Examen final Es un examen para resolver por medio de la computadora a libro cerrado., que se realiza en una sala de computadoras y consta de solucionar dos diseños de sistemas digitales, Secuencial y Combinacional.

Para la realización de las actividades el estudiante cuenta con diversos apoyos como las clases presenciales, asesorías presenciales o mediante correo electrónico, también con videos y presentaciones disponibles en la página web (Garza J. A., 1998), además del libro (Garza J. A., 2006).

En la Tabla 3 se muestran los resultados de la evaluación de las actividades antes mencionadas:

Tabla 3. Resultados de la calificación de las actividades en los dos semestres

	3	5	6	10	15	16
AD 2014	99.00	77.9	62.01	99.1	92.9	86.3
EJ 2014	95.35	60.9	39.4	98.7	84.2	77.2

En la Figura 1 se muestran los resultados de la evaluación de las actividades seleccionadas en donde se puede observar que los mejores resultados son aquellas actividades en donde hay que construir un prototipo lo que resulta motivante para el estudiante y los resultados más bajos son en ambos semestres el examen de medio curso que corresponde a la actividad 6, también se observa que el semestre enero junio es más bajo con una diferencia notable de 22.62 puntos la razón puede ser a que históricamente los alumnos de ese semestre considerado como par son estudiantes con más bajos promedios.

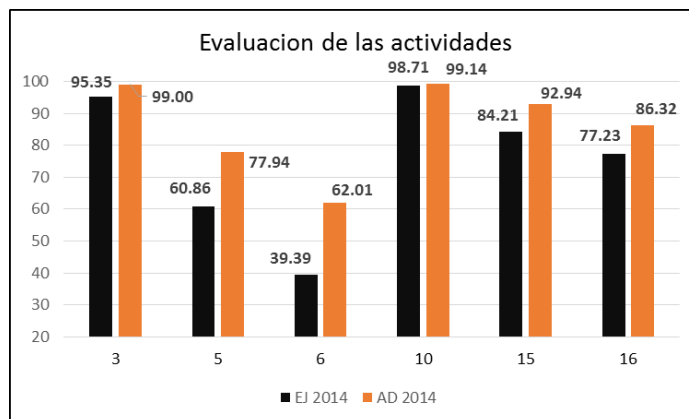


Figura 1. Resultados de la evaluación de las actividades para los semestres

En la comparación de los resultados finales de los semestres se consideran el % de aprobados ya que es un indicador que se refleja directamente a la eficiencia terminal mostrados en las Figuras 2 y 3, y mientras que las calificaciones es un indicador de la calidad del desempeño de la competencia.

En la Figura 2 se observa que los dos grupos (M2 y M3) están por encima del promedio total (70.89) de los 15 grupos del semestre y dentro de la media que es el rango señalado y se obtiene de sumar y restar la desviación estándar (S=18.07) con el promedio total.

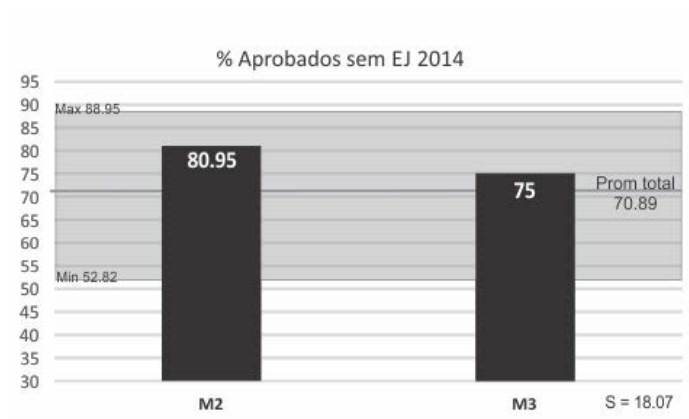


Figura 2. Se muestra el % de aprobados en el semestre enero junio 2014

En la Figura 3 se observa que dos grupos de los tres están por encima del promedio total (69.83) de los 14 grupos del semestre y los tres dentro del rango señalado de sumar y restar la desviación estándar (S=16.22) con el promedio total.

Es importante revisar las causas por lo que el grupo de M4 está por debajo del promedio.

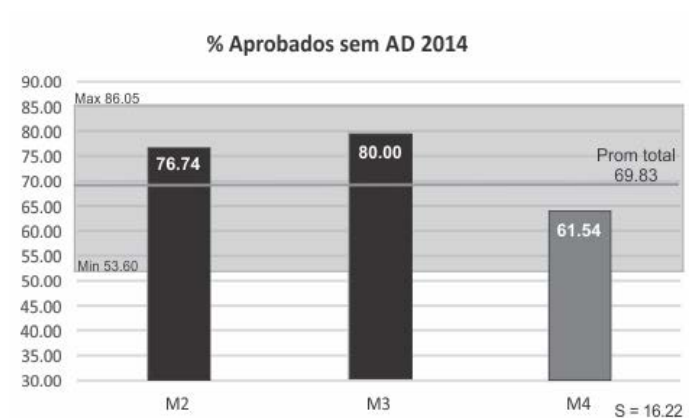


Figura 3. Se muestra el % de aprobados en el semestre agosto diciembre 2014

Al final del curso se aplica una encuesta anónima y voluntaria para obtener la opinión de los estudiantes acerca de varios aspectos del curso entre ellos se solicita que Califiquen según su criterio la utilidad en su aprendizaje de cada una de las actividades, a continuación se muestra la Tabla 4 con los resultados de las opiniones de los estudiantes considerando que es una escala de 1 a 5 en donde: Muy Útil=5, Útil=4, Moderada=3, Poco necesaria=2, Innecesaria=1:

Tabla 4. Resultados de la calificación de las actividades en los dos semestres

Actividad	Descripción	Evaluación
3	Aplicación e implementación de miniterminos o maxiterminos	4.81
5	Guía de estudios del examen de medio término	4.75
6	Examen de medio termino	4.39
10	Decodificador de BCD a 7 Segmentos	4.81
15	Proyecto Final	4.92
16	Examen Final	4.58

Como se puede observar en la Figura 4 la opinión de los estudiantes es muy buena acerca de la utilidad de las actividades para el desarrollo de sus competencias ya que todas están por encima de 4 entre muy útil y útil, destacando en estas evaluaciones el proyecto final (actividad # 15) con una evaluación de 4.92, cercana a Muy Útil.

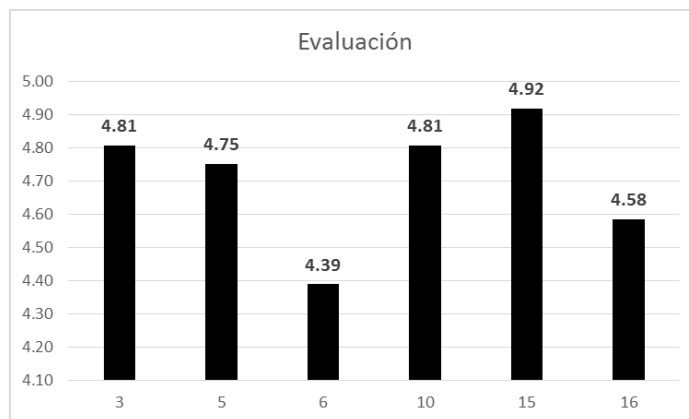


Figura 4. Opiniones de los estudiantes acerca de la utilidad de las actividades

CONCLUSIONES

Las preguntas planteadas al inicio de este documento: ¿cómo deben organizarse las secuencias de actividades de aprendizaje para posibilitar el desarrollo de las competencias previstas en un curso?, y si: ¿contribuye la secuencia didáctica, con actividades ordenadas según las etapas propuestas, al desarrollo de la competencia prevista en estudiantes de ingeniería?

Por los resultados anteriormente expuestos se concluye, la organización en etapas de las actividades así como el diseño de actividades en secuencias didácticas aportan a la mejora del proceso enseñanza aprendizaje del estudiante de ingeniería.

Por otro lado se puede observar que las actividades en donde el estudiante construye un prototipo aplicando una metodología de diseño son más motivantes y tienen una mejor aceptación que los exámenes escritos, de modo que contribuyen más al desarrollo de habilidades y el logro de la competencia prevista.

Utilizando Métodos activos y técnicas de enseñanza de la ingeniería consistentes en una planeación del aprendizaje por medio de actividades diseñadas en una secuencia didáctica, que va desde que el estudiante se familiarice con los conceptos básicos, elementos, lenguajes y métodos de diseño usados en la unidad de aprendizaje, las asesorías del maestro, hasta lograr el aprendizaje autónomo, demostrándolo con un producto concreto diseñando y construyendo un prototipo de un sistema electrónico Digital (Proyecto Final) en el que se aplica todo lo aprendido en el curso. En este proceso se utilizan las nuevas tecnologías de diseño digital, así como las aplicadas a la enseñanza de la ingeniería.

Podemos concluir que los resultados mostrados permiten confirmar la mejora del proceso de enseñanza aprendizaje además de adaptarlos a las nuevas exigencias de los egresados de ingeniería.

BIBLIOGRAFÍA

- Biggs, J. (2001). *Teaching for Quality Learning at University: What the Learner Does*. London: Open University Press.
- Díaz Barriga, A. (2006). El enfoque de competencias en educación. ¿Una alternativa o un difraz de cambio?. *Perfiles Educativos*, XXVIII(111), 7- 36.
- European Higher Education Area. (2010). Budapest-Vienna Declaration on the European Higher Education Area. Budapest - Vienna.
- Garza, J. A. (1998). *Sistemas Digitales y Electrónica Digital*. Obtenido de <http://jagarza.fime.uanl.mx/>
- Garza, J. A. (2006). *Sistemas Digitales y Electrónica Digital* (primera ed.). México, México: Pearson. Recuperado el 20 de marzo de 2015, de <http://jagarza.fime.uanl.mx/>
- 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. *Materiales de la XLI Conferencia Nacional de Ingenierías* (págs. 1- 10). Puebla, México: Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería ANFEI.
- Pere Marquès, G., & Álvarez Cánovas, I. (2014). El currículo bimodal como marco metodológico y para la evaluación. Principios básicos y mejoras obtenidas en aprendizajes y rendimiento de los estudiantes. *Educación*, 50(1), 149 - 166.
- Tobón, S. (E n e r o - D i c i e m b r e 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.