

Circuitos digitales: ¿Qué son y cómo funcionan?

Digital circuits: what are they and how do they work?

Francisco Eugenio Potestad Ordóñez
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4107-2396>
Universidad de Sevilla
Departamento de Tecnología Electrónica
fpotestad@us.es
DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447225408.072>
Pp.: 1091-1103



Resumen

El desarrollo del Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA) se ha llevado a cabo en la asignatura Electrónica Digital de segundo curso del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial impartido en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla. En este capítulo se detallan el diseño y resultados obtenidos de la aplicación de un CIMA de diez horas que se ha realizado durante sesiones prácticas de laboratorio durante el segundo cuatrimestre del curso 2022/2023. Durante este proyecto se ha introducido a los alumnos en el montaje experimental de componentes electrónicos digitales y el uso de herramientas de diseño, mediante los cuales se pueden asimilar de forma intuitiva los conceptos teóricos vistos en clase. Durante el desarrollo de este proyecto, se ha fomentado un ambiente de trabajo participativo por parte de los alumnos, dándoles el protagonismo e incitándoles a ayudarse entre ellos y donde el docente ha tenido un papel de guía en las situaciones necesarias para que los alumnos interiorizaran los contenidos y completaran o modificaran sus ideas previas.

Palabras clave: Electrónica digital, grado en ingeniería electrónica industrial, docencia universitaria, desarrollo profesional docente, diseño digital.

Abstract

The development of the Improvement Cycles in Classroom (ICIC) has been carried out in the Digital Electronics course of the second year of the Degree in Industrial Electronic Engineering taught at the Escuela Politécnica Superior of the University of Seville. This chapter details the design and results obtained from the application of a ten-hour ICIC that was carried out during practical laboratory sessions during the second semester of the 2022/2023 academic year. During this project, students have been introduced to the experimental assembly of digital electronic components and the use of design tools, through which they can intuitively assimilate the theoretical concepts seen in class. During the development of this project, a participative work environment has been fostered by the students, giving them the leading role and encouraging them to help each other and where the teacher has played a guiding role in the situations necessary for the students to learn the contents and complete or modify their previous ideas.

Keywords: Digital electronic, industrial electronic engineering degree, university education, educational professional development, digital design.



Introducción

El desarrollo del CIMA se ha llevado a cabo en la asignatura Electrónica Digital de segundo curso del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial de la Universidad de Sevilla. Se trata de una asignatura obligatoria impartida por el Departamento de Tecnología Electrónica. Esta asignatura tiene su actividad formativa dividida en 45 horas de clases teóricas y 15 horas de prácticas de laboratorio, siendo el ciclo de mejora desarrollado sobre las sesiones prácticas.

Este proyecto se ha llevado a cabo durante diez horas con la participación de diez alumnos, de los cuales ocho de ellos completaron el ciclo de mejora, abandonándolo dos de ellos. En relación con el CIMA anterior, este fue llevado a cabo en la misma asignatura durante el desarrollo del Curso General de Docencia Universitaria durante el curso 2020/2021 y tuvo una duración de 8 horas. Dado que este CIMA se ha realizado en base a diferentes temas y prácticas de laboratorio con respecto al anterior, el cual se centraba en el diseño de circuitos integrados, el trabajo se ha realizado en diferentes sesiones de forma progresiva, aumentando la dificultad en cada una de las sesiones, siendo la relación del CIMA anterior un 25% del total.

Diseño previo del CIMA

Este CIMA se enfoca sobre un número mayor de conceptos y temas vistos en los CIMAs anteriores y por tanto se han utilizado diferentes mapas para poder organizar de forma correcta el trabajo. Los contenidos que se han estudiado son circuitos digitales básicos donde partiendo de unos más sencillos se han ido añadiendo componentes hasta conseguir un circuito completo donde se puede implementar un contador digital. Por tanto, el trabajo ha sido realizado en diferentes sesiones de forma progresiva. Tras ello, se ha realizado el mismo proceso de forma experimental y con componentes físicos pero esta vez de manera digital utilizando herramientas CAD (objetivo del CIMA anterior) (Potestad, 2022).

Mapas de contenidos y problemas claves

El mapa de contenidos engloba las sesiones prácticas 1, 2, 3 y 4 del programa de prácticas de la asignatura mencionada, siendo estas de montajes experimentales con componentes reales y de uso de herramientas de diseño CAD. Como puede observarse en la figura 1, el mapa de contenidos se centra en la pregunta *¿Qué son y cómo funcionan los circuitos digitales?* A partir de la cual se derivan otras cuatro subpreguntas fundamentales sobre las cuales se centran cada una de las sesiones llevadas a cabo



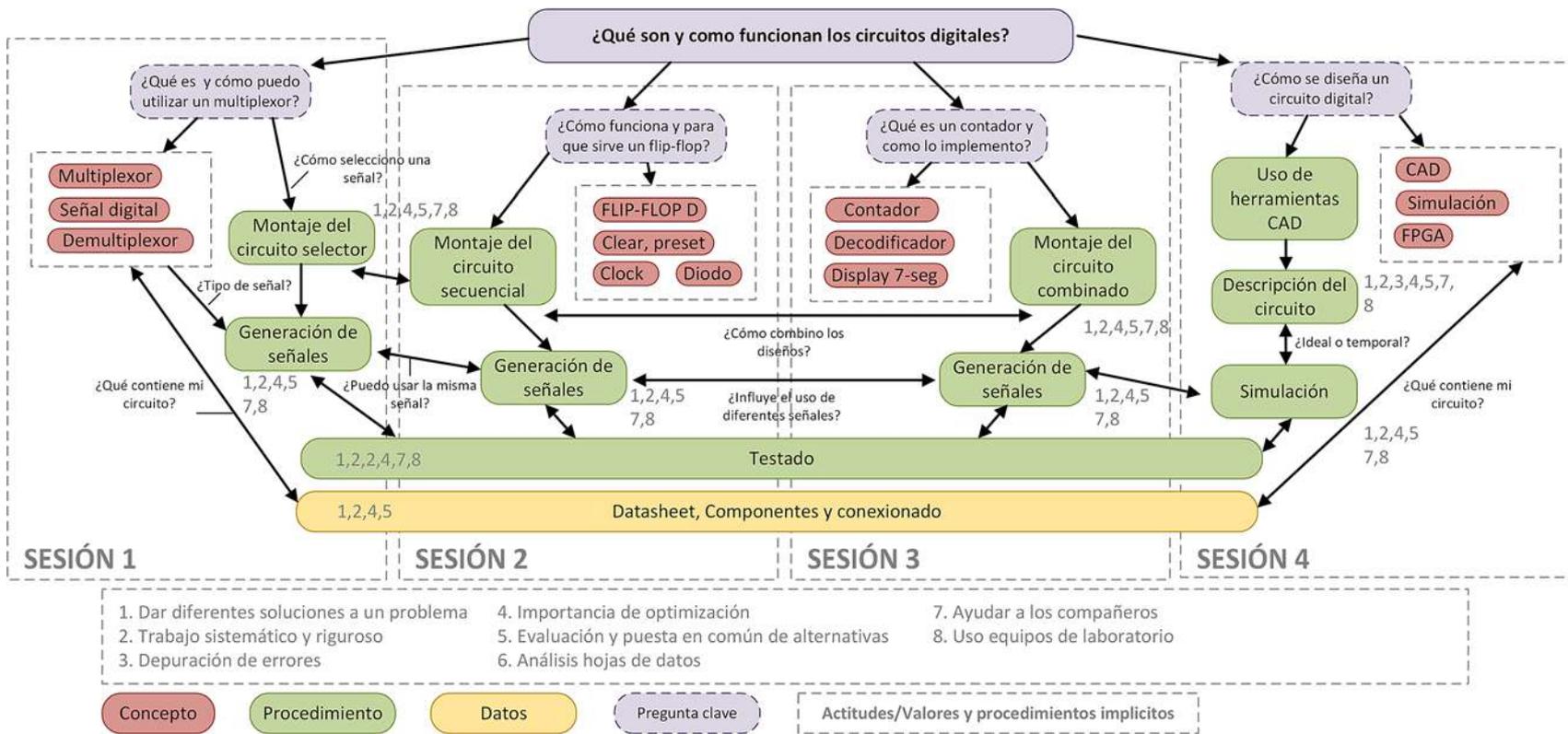


Figura 1. Mapa de contenidos utilizado en el ciclo de mejora en el aula.



y que permiten llegar a entender los conceptos de los circuitos digitales y su aplicación. Estas son: *¿Qué es y cómo puedo utilizar un multiplexor?, ¿Cómo funciona y para qué sirve un flip-flop?, ¿Qué es un contador y cómo lo implemento?, ¿Cómo se diseña un circuito digital?* Con estas preguntas, divididas en cuatro bloques, se trata de que el alumno tome el papel de un diseñador digital y dé solución a los problemas planteados durante las sesiones, proponiendo mejoras, modificaciones y optimizaciones mediante el uso de componentes reales y de las herramientas de diseño. Como puede observarse, todas las sesiones tienen dos líneas fundamentales y transversales basadas en el testado de las soluciones propuestas por los alumnos y las hojas de datos, conexionado y componentes. En la parte inferior de la figura 2 aparece el código de colores para poder diferenciar los diferentes tipos de bloques de contenidos que llevarán al alumno a completar el proceso de diseño y en gris, las actitudes, valores y procedimientos enumerados que se reparten a en todo el mapa.

Modelo metodológico y secuencias de actividades

Basándose en el CIMA del curso anterior, se pudo observar que el modelo metodológico se había planteado de forma correcta, teniendo en cuenta que debían definirse muy cuidadosamente los tiempos y la secuenciación de las actividades para evitar ser demasiado optimista y no arrastrar la falta de tiempo en toda la secuencia. En la figura 2 puede observarse el modelo metodológico que se ha aplicado y que ha sido diseñado siguiendo los patrones propuestos en Porlán (2017). A la izquierda el diagrama de flujo, a la derecha la leyenda para cada uno de los términos empleados.

Por un lado, el CIMA se ha aplicado en cuatro sesiones en días no consecutivos. Cada sesión se corresponde con un problema práctico al que deberán responder los alumnos con los materiales proporcionados por los docentes o con los que ellos crean convenientes, planteando sus soluciones y propuestas de montaje de circuitos. Este estudio previo se realiza fuera del tiempo del aula porque está enfocado a que puedan venir con algo con lo que poder trabajar y probar sus soluciones. Una vez en el aula, se discuten las soluciones y montajes propuestos y se pasa directamente a las actividades de contraste indicando qué ocurre si en lugar de usar su solución se utilizasen otras (existen muchas posibilidades). Tras esto, durante toda la sesión los alumnos siguen un guion donde se les van planteando nuevos problemas y modificaciones, incrementando el nivel de dificultad a medida que se avanza. Los alumnos tienen que ir enfrentándose a las modificaciones y poco a poco ir desarrollando de forma práctica los conceptos vistos en teoría. Por otro lado, las sesiones no son



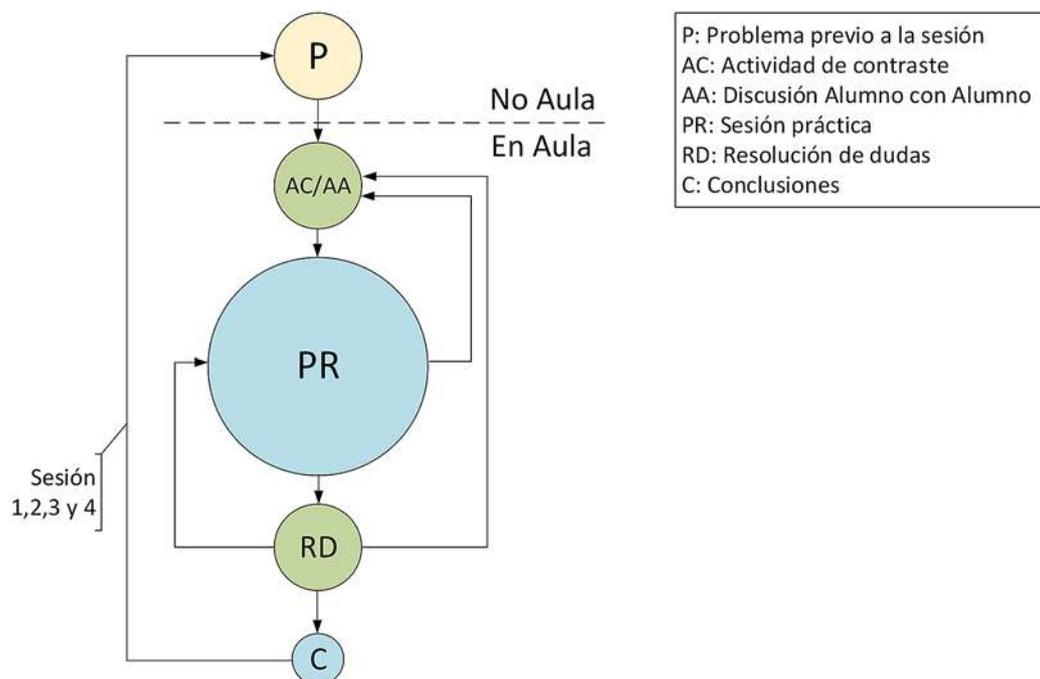


Figura 2. Modelo metodológico aplicado en el ciclo de mejora.

completamente independientes unas de otras, si no que el conocimiento adquirido sobre circuitos y montajes en las sesiones anteriores se utiliza en las posteriores, ya que los componentes son los mismos a los que vamos añadiendo otros que nos permiten implementar un sistema completo.

En cuanto a la secuencia de actividades, se ha tratado de seguir un modelo híbrido entre las propuestas planteadas por Bain (2007) y Finkel (2008), donde una cuestión muy importante, a la hora de que los alumnos sientan curiosidad por la materia impartida, es no centrarse completamente en la disciplina sino en darles un mayor protagonismo en las clases, guiarlos con casos prácticos, plantearles retos que atraigan su atención, hacerles entender que el trabajo en equipo es muy beneficioso y conseguir el compromiso de los estudiantes.

Para ello, el proceso consiste en el planteamiento de preguntas que activan la curiosidad de los alumnos y a partir de ahí, ir trabajando y construyendo un conjunto de actividades organizadas de tal forma que permitan a los alumnos conducir sus ideas hacia una solución deseada. El trabajo en equipo permite a los alumnos expresar sus ideas y buscar soluciones que por sí solos no hubiesen alcanzado y el papel del profesor es el de un guía que los ayudará a encaminar sus ideas, mediante preguntas, hacia la solución correcta. En este punto, las preguntas deben ser formuladas de tal forma que lleven a los alumnos a un proceso cíclico donde reformulen sus soluciones e hipótesis y les haga ir constantemente, de inicio a fin, reconstruyendo la solución.



En la tabla 1 se enumera la secuencia de actividades, incluyendo identificador de la actividad, relación con el modelo metodológico, nombre de la actividad y el tiempo estimado por el docente. Por simplicidad y debido a la extensión de este capítulo, se ha recogido en esta tabla las secuencias pertenecientes a la sesión 1 del ciclo de mejora aplicado en el aula ya que describe el conjunto de actividades necesarias para que los alumnos comprendan el proceso de montaje y testeo de circuitos digitales de forma general, el cual, les permitirá aplicarlo a la resolución de montajes experimentales de otros circuitos.

Tabla 1. Secuencia de actividades seguidas durante el ciclo de mejora para la primera sesión

Actividad Tiempo	Descripción
Sesión 1: Uso y aplicación del componente multiplexor	
A.1 – PR - 15 min	Planteamiento de un problema – Estudio Previo de la sesión: Planteamiento de un problema inicial sobre el que se va a desarrollar el estudio previo. Este problema sirve para poner en contexto lo que se va a realizar durante la sesión de prácticas y ayuda a que el alumno investigue o plantee su solución al problema. Se realiza antes de llegar a clase. ¿Qué es y cómo funciona un multiplexor? Función combinacional con subsistemas ¿Qué necesito para diseñarlo? Proponer un posible montaje para comprender su funcionamiento. Este estudio permite a los alumnos aplicar los conceptos teóricos vistos en clase para su resolución. Recordar conceptos y orientar al alumno sobre el caso práctico al que se va a enfrentar.
A.2 – AC/ AA 15 min	Act. de contraste – Debate alumno/alumno: Puesta en común de las dificultades encontradas a la hora de realizar el estudio previo. Esta actividad abre la posibilidad de tener un pequeño debate acerca de los puntos clave del problema planteado. El docente planteará una actividad de contraste proponiendo una alternativa de diseño que haga que los alumnos tengan que analizar, comparar y concluir, a partir de los sus investigaciones y diseños, si es adecuado el diseño propuesto. ¿Es posible realizar cualquier cambio? ¿Por qué? ¿Es recomendable hacer este tipo de cambios? ¿Estos cambios hacen que mi diseño sea más eficiente?
A.3 – PR-RD 20 min	Práctica experimental – Resolución de dudas y recordatorio de aspectos procedimentales: En caso de que la puesta en común haya llevado a los alumnos a presentar una duda que no se ha podido resolver de forma abierta entre todos, el docente pasará a explicar de forma concisa el concepto para aclararlo. Por otro lado, el docente explicará aspectos procedimentales para recordar a los alumnos ciertas pautas que se deben seguir en el montaje experimental puesto que no han utilizado antes las herramientas y pueden surgir dudas.



Actividad Tiempo	Descripción
A.4 – PR-AC 20 min	<p>Práctica experimental – Act. de contraste: A partir del diseño que han traído los estudiantes y de los posibles cambios que se han planteado en la discusión previa, el docente planteará una modificación que aumentará la complejidad del diseño y llevará a los alumnos a tener que replantear sus diseños y testarlos. ¿Qué tipo de señales debo utilizar? ¿Cómo puedo orientarme con las hojas de datos? ¿Por qué no cumple la funcionalidad deseada si no hay errores? ¿Por qué los resultados de mi compañero son diferentes a los míos?</p> <p>El docente les orientará para que utilicen el estudio previo y vean que es necesario seguir unos pasos, que es necesario saber qué tipo de componentes se utilizan y que cada uno de ellos tienen sus propias especificaciones de funcionamiento.</p>
A.5 – PR-AC 50 min	<p>Práctica experimental – Act. de contraste: Tras comprobar que el circuito realiza la función deseada, se pasa a medir tiempos de retraso entre la entrada y salida para comprender el concepto de tiempo de propagación. ¿Por qué la salida no cambia a la vez que la entrada? ¿Qué hay que hacer para poder medir el tiempo de propagación? ¿Cómo afectan los retrasos temporales a mi diseño? ¿Influye en algo el tipo de señal?</p> <p>Los alumnos deberán deducir que cada componente es diferente por la propia fabricación y materiales, además de tener en cuenta que el retraso que presenta cada componente es diferente y por tanto un aspecto a tener en cuenta en los diseños.</p>
A.6 – C 15 min	<p>Conclusiones: Una vez realizada la sesión el docente ofrecerá la oportunidad de poner en común los resultados obtenidos y compararlos de forma general. ¿Es el diseño de todos el mismo? ¿Quién ha diseñado el más eficiente? ¿Qué conclusiones se obtienen del trabajo realizado?</p>

Cuestionario inicial-final

Antes de aplicar el ciclo de mejora, se les ofreció a los alumnos el poder realizar un cuestionario donde se les invitaba a situarse en un contexto donde ellos eran diseñadores digitales y debían ofrecer una solución a una empresa que se dedica a la fabricación de circuitos digitales para su uso en máquinas recreativas y que pretende ofrecer un nuevo producto a sus clientes. Este cuestionario estaba compuesto por cuatro preguntas que se recogen en la tabla 2, donde se trata de abarcar todo el contenido dado en este ciclo de mejora y que trata de responder a las preguntas fundamentales.



Tabla 2. Cuestionario inicial – final utilizado antes del ciclo de mejora

Cuestionario Inicial – Final sobre el proceso de diseño y montaje de circuitos digitales
<p>Una empresa que se dedica a la fabricación de circuitos digitales para su uso en máquinas recreativas se ha planteado ofrecer un nuevo producto a sus clientes. Para ello, la empresa necesita crear un circuito digital que permita mostrar la puntuación de los jugadores en tiempo real. Esta empresa sabe que somos diseñadores digitales y que nos dedicamos al diseño de circuitos de última generación y nos ha pedido que diseñemos un nuevo circuito digital para mejorar la interfaz de los jugadores y diferenciarse de la competencia.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué componentes y pasos deberíamos seguir para poder diseñar el circuito digital? 2. ¿Cómo podría diseñar y testar el circuito digital? 3. ¿Cómo me podrían ayudar las placas de prototipado y herramientas de simulación de circuitos digitales? ¿Conoces alguna herramienta de simulación? 4. ¿Cómo puedo probar que mi circuito funciona de forma correcta antes de ofrecerlo a la empresa y mandarlo a fabricar?

Aplicación del CIMA

La aplicación del CIMA se ha llevado a cabo durante cuatro sesiones prácticas de laboratorio, donde los alumnos han resuelto problemas que los han llevado de forma progresiva a conseguir el montaje de un sistema completo, pasando desde el montaje básico al testado con herramientas.

Relato resumido de las sesiones

Las sesiones comienzan ofreciendo el turno de debate entre los alumnos por parte del docente para que puedan discutir acerca de los problemas encontrados a la hora de realizar el problema previo. Dado que cada alumno ha presentado su propuesta, en el debate los alumnos plantean dudas y las resuelven entre ellos. Hay que destacar que en las dos primeras sesiones los alumnos eran reticentes a debatir. Tras los 15 primeros minutos en los que el docente guía a través de un debate para conocer las ideas previas de los alumnos y observando fallos comunes, el docente se apoya en el uso de presentaciones con las que dar unas guías para que los alumnos se percaten de los fallos cometidos. Llegados a este punto, el docente va lanzando preguntas cuyo nivel va incrementándose para que los alumnos lleguen al objetivo.

Tras esta primera parte se pasa a plantear las primeras actividades de contraste donde se va a trasladar el diseño planteado del estudio previo en papel a la placa de prototipado o herramienta de diseño. Llegados a este punto, los alumnos presentan numerosas dudas acerca de las herramientas



que se deben utilizar ya que desconocen cómo utilizar las herramientas, algo que hace que las sesiones se vean afectadas, ya que el uso de estas herramientas debería estar controlado por los alumnos. Una vez que los diseños han sido trasladados a las placas de prototipado y herramientas de diseño, el docente pasa a indicar los pasos para poder continuar con el testado del diseño propuesto. En este punto, el apoyo del docente hacia los alumnos es muy elevado ya que no es sencillo identificar los problemas producidos por cada diseño y solución propuesta, siendo en algunos casos muy difícil encontrar el fallo por parte del docente ya que existen numerosas variables que intervienen en este sentido. Para esta actividad se emplean 50 minutos aproximadamente, dependiendo del tipo de problemas encontrados, ya que pueden provocar un retraso en el progreso de las sesiones. Una vez comprobado que todos los diseños llegados a un punto funcionan de forma correcta, se pasa a la toma de medidas y la introducción de actividades de contraste para la consecución de la sesión. En este punto, los alumnos son propensos a ayudarse entre ellos, tratando de ver que sus resultados son similares a los de sus compañeros. Aquellos alumnos que avanzan de forma más rápida tienden a ayudar a sus compañeros. Gracias a esto, esta parte de las sesiones se realiza normalmente de forma más dinámica. Llegados a este punto, el docente continúa preguntando a los alumnos, proponiendo cambios en los diseños para que los alumnos sean capaces de ver la influencia de dichos cambios en los diseños propuestos. Por último, se abre el turno de debate en las conclusiones para que los alumnos puedan expresar sus ideas y comparar resultados. Esta parte de las sesiones es muy dependiente del desarrollo que ha tenido la sesión, ya que, si la sesión ha sido lenta y ha habido numerosas dudas, el turno de conclusiones y debate se acorta y hay veces que solo se llega a enumerar los puntos más importantes que se han encontrado y como se han solucionado.

Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

Dado que la aplicación del ciclo de mejora ha sido realizada de forma voluntaria por parte de los alumnos, se ha contado con una muestra de 10 alumnos. A estos alumnos, se les ofreció la oportunidad de realizar el mismo cuestionario antes y después de las cuatro sesiones donde se aplicaba el ciclo de mejora. Entre todos ellos, hubo tres alumnos que decidieron participar en los ciclos de mejora, pero dos de ellos debido al desarrollo de la parte teórica de la asignatura, acabaron dejando las sesiones de laboratorio y por tanto no completaron la experiencia. El alumno restante decidió participar en el proyecto, pero decidió no responder los cuestionarios inicial y final.



Se ha considerado la evolución individual por alumno, para ello, se encuentran los resultados que se presentan en la tabla 3. En este caso se recogen todos los alumnos y preguntas realizadas en los cuestionarios. Para todas las preguntas se pueden encontrar el identificador de no aportar información o los 4 niveles. Estos niveles son: N (No vale o no aporta), nivel 0, nivel 1, nivel 2 y nivel 3. Donde el nivel 0 es el más bajo y el nivel 3 el más alto. Por otro lado, I = Inicial; F = Final; P = Progreso; Flecha verde = aumento de nivel al final del CIMA; Flecha roja=disminución de nivel al final del CIMA; Flecha naranja = mantiene nivel al final del CIMA. Los pesos asignados a cada escalón han sido: $N \rightarrow 0 = 0.5$; $0 \rightarrow 1 = 1.5$; $1 \rightarrow 2 = 2.0$ y $2 \rightarrow 3 = 2.0$. Estos pesos han sido asignados conforme al nivel de dificultad que los alumnos deben superar para poder pasar de un nivel a otro. Lógicamente, superar los niveles inferiores es más sencillo y, por tanto, el peso que se les asigna es menor que el asignado a los niveles superiores.

Tabla 3. Evolución individual por alumno y preguntas

Estudiante	Pregunta 1			Pregunta 2			Pregunta 3			Pregunta 4			Prog. Total (%)
	I	F	P(%)										
1	1	3	↑ 4.0	2	1	↓ 2.0	2	2	↑ 0.0	0	2	↑ 3.5	↑ 5.5
2	1	3	↑ 4.0	1	3	↑ 4.0	2	3	↑ 2.0	1	3	↑ 4.0	↑ 14.0
3	N	N	→ 0.0	N	N	→ 0.0	1	N	→ 0.0	1	N	→ 0.0	→ 0.0
4	2	1	↓ 2.0	2	2	→ 0.0	2	1	↓ 2.0	2	2	→ 0.0	↓ 4.0
5	2	3	↑ 2.0	1	3	↑ 4.0	1	1	→ 0.0	2	2	→ 0.0	↑ 6.0
6	N	3	↑ 6.0	N	3	↑ 6.0	N	N	→ 0.0	1	3	↑ 4.0	↑ 16.0
7	1	3	↑ 4.0	N	2	↑ 4.0	N	2	↑ 4.0	N	2	↑ 4.0	↑ 16.0
8	1	3	↑ 4.0	N	2	↑ 4.0	0	1	↑ 1.5	N	1	↑ 2.0	↑ 11.5
9	N	N	→ 0.0	2	N	→ 0.0	N	N	→ 0.0	1	N	→ 0.0	→ 0.0
10	1	N	→ 0.0	→ 0.0									

En la tabla 3 la tendencia tras aplicar el ciclo de mejora es positiva en el 60% de los casos y negativa en el 10%. Se debe tener en cuenta que los casos de los alumnos 3, 9 y 10 son aquellos que no completaron el proyecto o decidieron no responder a las preguntas. Por otro lado, como puede verse en los casos de mayor progreso, casos 2, 6, 7 y 8, los alumnos han pasado de los niveles más bajos como el N o el 1 a los niveles superiores, lo cual denota que la aplicación del CIMA ha ayudado a conseguir los objetivos de la asignatura. En el caso del cuarto alumno, el cual se puede



observar que ha tenido una progresión negativa, hay que tener en cuenta que el alumno ha partido de un nivel elevado y ha mantenido el nivel y en el caso de las preguntas 1 y 3 ha bajado de nivel debido a que las respuestas aportadas en el cuestionario final son ambiguas y no tan específicas como en el cuestionario inicial. Por último, solo en los casos 2, 7 y 8 los alumnos han tenido una progresión en todas las preguntas a la hora de alcanzar los objetivos.

Evaluación del CIMA

Se ha podido observar la gran importancia que tiene el obtener un modelo mental de los alumnos acerca de los contenidos que van a ser tratados en las clases. Este aspecto se pudo observar en la aplicación del anterior CIMA y se ha comprobado que es algo fundamental a la hora de plantear y desarrollar las sesiones. Sin embargo, el desarrollo de las sesiones se debe de estudiar con detenimiento, evaluando la posibilidad de dinamizarlo de alguna forma, ya que ha habido situaciones en las cuales se ha detenido completamente el progreso de éstas debido a fallos comunes. Por último, de forma general se ha podido observar que la aplicación de los CIMAs en esta asignatura cuya dinámica es muy práctica, supone una gran ayuda para los alumnos a la hora de conseguir las competencias.

Aspectos a mantener o cambiar en un futuro CIMA

En cuanto a aspectos a mantener de esta experiencia son: *hacerles participar de forma activa, enseñarles las aplicaciones reales, hacer ver que es voluntario y no penalizar en el estudio previo*. Por un lado, darles un papel más activo, permitiéndoles tratar de resolver dudas o discutir las entre ellos, ha permitido ver que les hace perder la vergüenza y son más propensos a preguntar y explicarse las dificultades entre ellos. El hecho de plantearles aplicaciones reales es porque, nada más enseñarles circuitos integrados o diseños complejos, ha permitido captar su atención de manera instantánea. Por otro lado, si las tareas son voluntarias, se puede observar que es el propio alumno el que trata de hacer que todo funcione, preguntan, proponen y no les importa si sube la nota o no. Sin embargo, aquellos que interpretan que es obligatorio, lo toman como un trámite que tienen que pasar para aprobar la asignatura y tratan de pasarlo de la forma más rápida y sin preocupaciones.



Principios Docentes para el futuro

Se plantea el desarrollo y las conexiones, de forma muy definida, de los contenidos estudiados en cada una de las sesiones y relacionarlos con aplicaciones reales para captar la atención de los alumnos. Por otro, considero que las sesiones deben ser voluntarias, permitiendo con ello que los alumnos aprovechen las sesiones de forma distendida y que permita minimizar el abandono de la asignatura. Por último, el uso del mapa de contenidos debe estar presente ya que ayuda de forma muy significativa a la hora de temporizar las sesiones y a tener el objetivo final siempre presente.

Referencias bibliográficas

- Potestad-Ordóñez, F. E. (2022). ¿Cómo se diseña y se implementa un circuito digital? Aplicación de conceptos teóricos sobre electrónica digital. En R. Porlán, E. Medina-Navarro y A. F. Villarejo-Ramos (Coords.), *Ciclos de mejora en el aula año 2021* (pp. 2229-2244). Universidad de Sevilla.
- Porlán, R. (2017). *Enseñanza universitaria. Cómo mejorarla*. Morata.
- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Universidad de Valencia.
- Finkel, D. (2008). *Dar clases con la boca cerrada*. Universidad de Valencia.

