

Uso de casos prácticos reales como dinamizadores de pensamiento crítico en asignaturas de electrónica

Use of real case studies as boosters for critical thinking in electronics subjects

Erica Tena Sánchez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8905-5715>

Universidad de Sevilla

Departamento de Tecnología Electrónica

etena@us.es

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447225408.071>

Pp.: 1077-1089



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0
Internacional (CC BY-NC-ND 4.0.)

Resumen

En este capítulo se presenta el planteamiento, desarrollo y resultados de un ciclo de mejora en el aula (CIMA) aplicado en la asignatura de electrónica y automatización del producto, del tercer año del grado en ingeniería de diseño industrial y desarrollo del producto. La asignatura es impartida en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla. El objetivo principal del ciclo de mejora es dinamizar el pensamiento crítico de los estudiantes mediante el uso de casos prácticos, así como intentar captar la atención e interés del estudiante por el mundo de la electrónica. El CIMA se ha aplicado en un único tema de la asignatura, donde el objetivo principal ha sido plantear la resolución de un mismo caso práctico a lo largo del tema. Para poder darle solución, los alumnos han tenido que responder a cada una de las preguntas que figuran en el mapa de contenidos. Se ha intentado crear un ambiente crítico en el aula, así como fomentar la puesta en común durante las sesiones e intentar acercar al alumno a aplicaciones reales. Con este CIMA se ha conseguido crear un ambiente distendido en las sesiones donde los alumnos han tomado un papel más activo y han podido intercambiar ideas impulsando el pensamiento crítico.

Palabras clave: Electrónica y automatización del producto, docencia universitaria, desarrollo profesional docente.

Abstract

This chapter presents the development, application and results of an Improvement Cycle in Classroom (ICIC) applied in the subject of «electronics and automation of products», in the third year of the degree in industrial design engineering and product development. The subject is taught at the Polytechnic School of the University of Seville. The main objective of the improvement cycle is to stimulate students' critical thinking through the use of case studies, as well as to try to capture the student's attention and interest in the world of electronics. CIMA has been applied in a single subject of the course, where the main objective has been to propose the resolution of the same practical case throughout the subject. In order to solve it, the students had to answer each of the questions on the content map. It has been created a critical atmosphere in the classroom, as well as to encourage sharing during the sessions and to try to bring the students closer to real applications. With this ICIC we have created a relaxed atmosphere where the students have taken a more active role and have been able to exchange ideas, promoting critical thinking.

Keywords: Electronics and automation of products, university teaching, teacher professional development.



Introducción

El ciclo de mejora en el aula (CIMA) que se desarrolla en este capítulo se ha aplicado en la asignatura de Electrónica y Automatización del Producto del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto (Universidad de Sevilla-1, 2022). El grado se imparte en la Escuela Politécnica Superior por el departamento de Tecnología Electrónica. Esta asignatura es de carácter obligatorio y se cursa en 3º de carrera. El total de créditos que abarca la asignatura es 6 y se imparte en dos grupos, uno de mañana y otro de tarde. En total, el número de matriculados suele rondar los 120 alumnos, divididos en ambos grupos.

Este CIMA se aplicará exclusivamente al grupo 2, donde imparto docencia, compartiendo la asignatura con otro profesor siendo este el coordinador de la misma. Es importante destacar que en la medida de lo posible intentamos ir sincronizados, proporcionando a los alumnos el mismo material de teoría y problemas.

El contenido de la asignatura está dividido en dos bloques: las clases de aula en las que se imparte la teoría y problemas, y otra parte dedicada a prácticas de laboratorio, que se desarrollan en el laboratorio de Automatización Industrial. Como el CIMA se aplicará exclusivamente en el grupo 2, contaré con un máximo de 60 alumnos en dos sesiones de 2 horas semanales, aplicando el CIMA exclusivamente a la docencia en aula, no abarcando las sesiones de laboratorio.

La asignatura abarca una temática muy amplia, donde los objetivos se centran en formar al alumno en electrónica, tanto analógica como digital, así como en el campo de la automatización industrial con la utilización y programación de autómatas programables. La asignatura trata de profundizar en aquellos aspectos que le puedan ser de mayor utilidad al alumno en su carrera profesional. Así, tras la finalización y superación de la asignatura, el alumno adquirirá una visión global de los distintos componentes electrónicos y de la programación de autómatas programables, teniendo asentadas las bases, tanto para el análisis y diseño de circuitos electrónicos, como para la automatización de procesos industriales.

El resto del capítulo se ha estructurado de la siguiente forma. En la siguiente sección desarrollamos el diseño previo del CIMA donde explicamos tanto el mapa de contenidos, modelo metodológico, como el cuestionario inicial-final. En la siguiente sección se expone la aplicación del CIMA. Se finaliza el capítulo con la evaluación del CIMA, destacando aspectos a mantener o cambiar en un futuro, así como los principios docentes futuros.



Diseño previo del CIMA

El objetivo principal que queremos potenciar con este CIMA es el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes, así como captar el interés del estudiante por el campo de la electrónica y la automatización. Al ser materias que ven con *pinceladas* en la carrera, los alumnos no suelen mostrar excesivo interés, siendo uno de los puntos fuertes a mejorar a través de este CIMA.

Al ser el primer CIMA aplicado a esta asignatura, voy a focalizarme en el bloque temático de Electrónica, concretamente en el tema 3: Electrónica Digital, que se compone de: conceptos básicos, adquisición y conversión de datos, álgebra booleana, puertas lógicas, familias lógicas y lógica combinatorial.

La teoría y problemas del tema 3, se imparten en 4 sesiones de 2 horas de duración cada una. Se planteará un caso práctico al inicio del tema, al que los alumnos tendrán que dar solución. Para resolver el problema completamente, necesitarán cubrir todo el contenido del tema 3. El caso práctico se planteará en la primera sesión en la que iniciemos el tema 3, y haremos una puesta en común para discutir las posibles soluciones completas al problema al finalizar el tema 3.

Mapas de contenidos y problemas claves

El mapa de contenidos desarrollado (De Alba y Porlán, 2017, García-Díaz, Porlán y otros, 2017), es el mostrado en la figura 1. En él se puede observar la pregunta principal *¿Qué es la electrónica digital?* Para dar respuesta a esta pregunta, el mapa de contenidos se estructura en 4 subpreguntas, cubriéndose cada una de ellas en cada una de las sesiones de 2 horas: ¿cuáles son sus conceptos básicos?, ¿qué es el álgebra booleana?, puertas/familias lógicas y ¿cuáles son las diferencias entre lógica combinatorial y secuencial?

Es importante destacar en el mapa de contenidos que las preguntas clave se indican con tono amarillo, los conceptos con azul, los **procedimientos** con morado y finalmente los datos con rosa. Como puede observarse, hay 4 recuadros verdes que engloban lo que se impartirá en cada una de las sesiones.



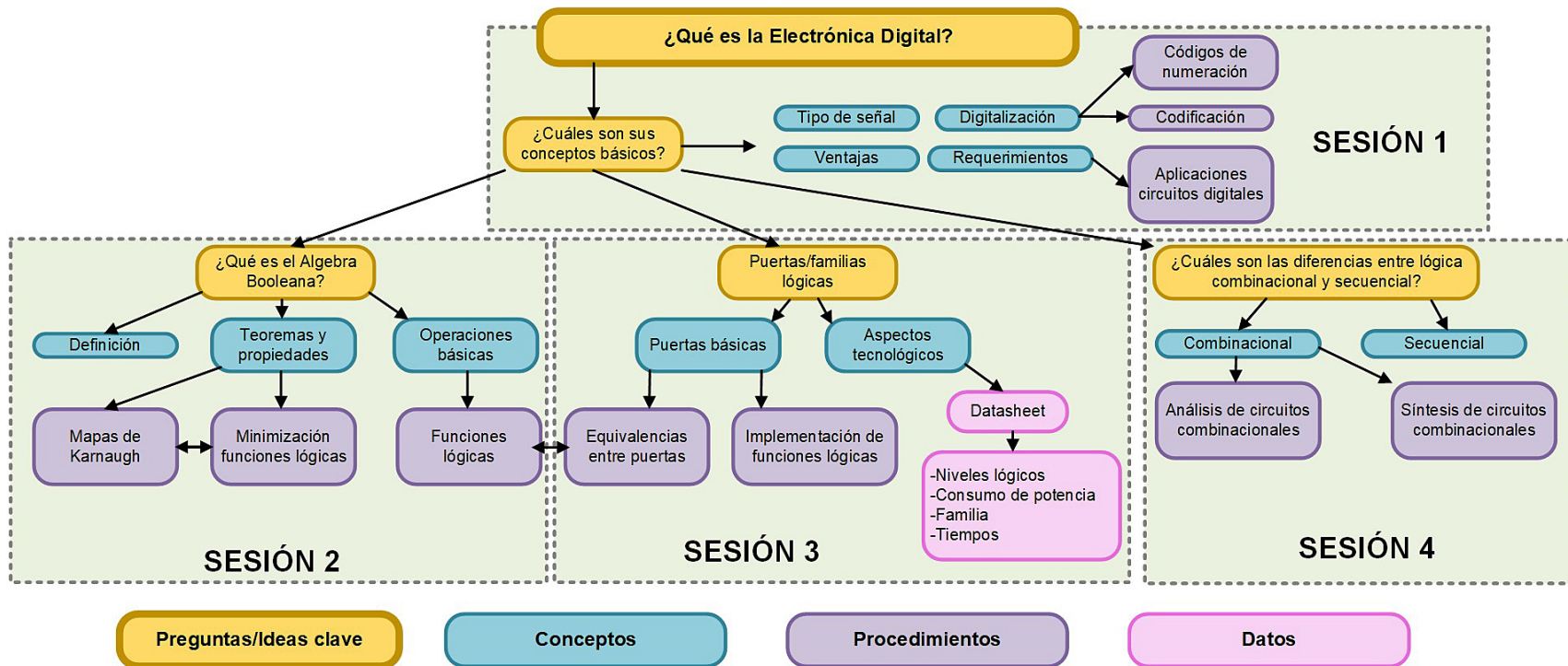


Figura 1. Mapa de contenidos y problemas.



Modelo metodológico y secuencias de actividades

El modelo metodológico aplicado es el mostrado en la figura 2. Es importante destacar que este modelo se ha seguido para todas y cada una de las sesiones. La idea principal es potenciar el pensamiento crítico del estudiante, por ese motivo, lo primero que se realizará al comenzar la sesión es exponer el caso práctico y dejar que los alumnos intenten darle solución con las herramientas que tienen en ese momento. Se va a incentivar la formación de pequeños grupos de trabajo para que puedan crear un ambiente de discusión e intercambio de ideas.

En una primera sesión, cuando no tengan las herramientas necesarias para resolver el problema, el trabajo en grupo será de un tiempo menor que en las siguientes sesiones. Los alumnos llegarán a un punto de bloqueo donde no podrán continuar con la resolución del problema, donde entrará entonces la labor del docente en la exposición de la parte teórica de ese apartado.

A continuación, propondremos una actividad de contraste para dar apoyo a la exposición teórica, valiéndonos de la proyección de videos breves o animaciones para aquellos contenidos más abstractos y de difícil explicación.

Una vez la teoría ha sido expuesta, se retomará el trabajo en grupo para dar solución al caso práctico del inicio de la sesión y se propondrán algunos problemas para trabajar en grupo.

Finalmente, se pasará a un intervalo de tiempo dedicado a la resolución de los problemas planteados. En esta última parte, se intentará crear un ambiente distendido y de debate donde todos los alumnos se sientan cómodos para poder aportar las soluciones de cada uno, ya que en los problemas de esta temática pueden existir varias soluciones posibles con sus pros y contras, debate que resulta de gran interés tanto para el alumno y como para el propio docente (Bain, 2007; Finkel, 2008).



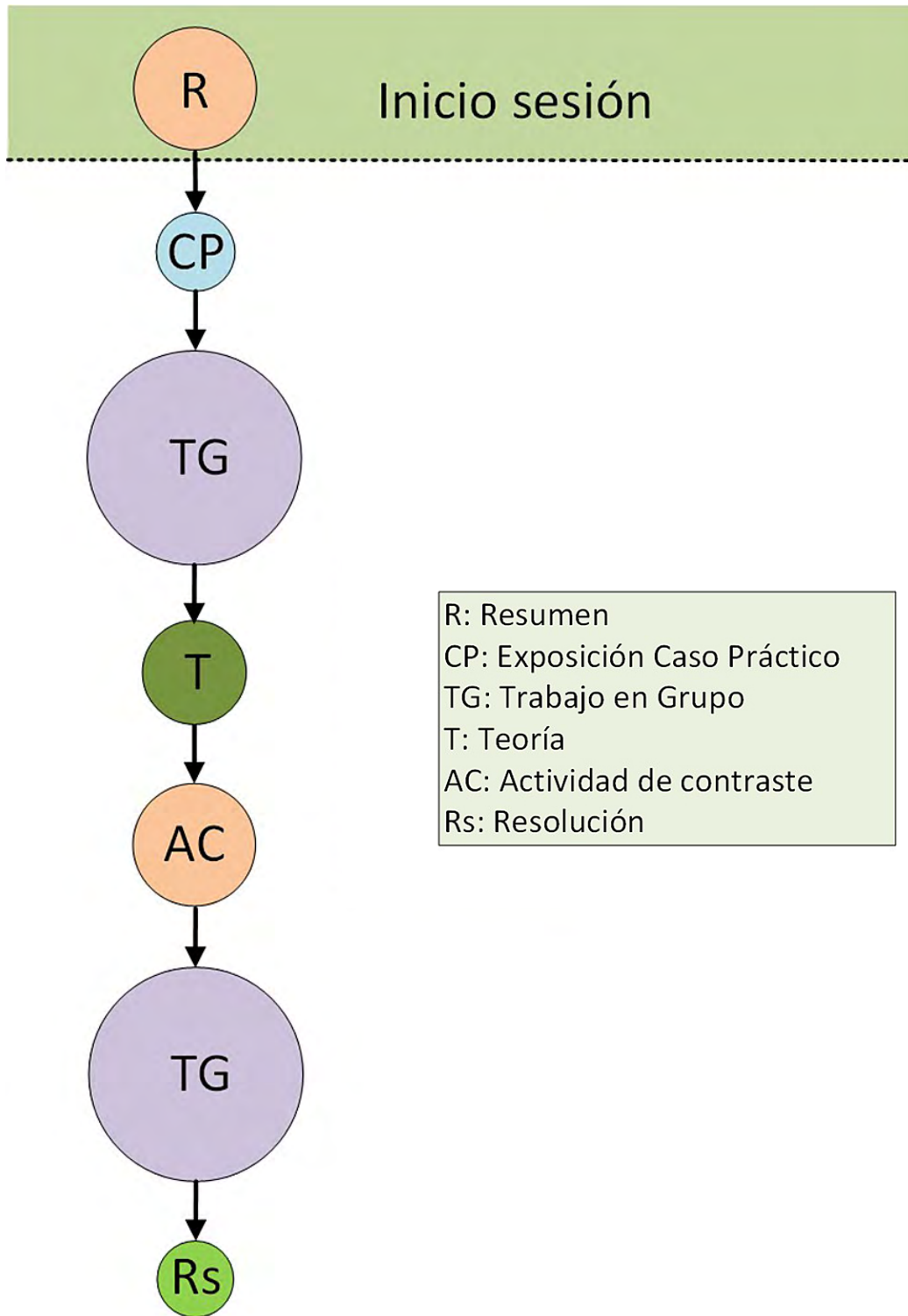


Figura 2. Modelo metodológico.

La secuencia de actividades desarrollada es la mostrada en la siguiente tabla (tabla 1).

Tabla 1. Secuencia de actividades

Sesión 1 (2 horas): <i>Electrónica y automatización del producto, Tema 3: Electrónica Digital. ¿Cuáles son sus conceptos básicos?</i>	
Actividad Tiempo	Descripción
R.1 10 min	Resumen del estado del tema 3: Se realizará una revisión breve en común de los conocimientos que vamos a aprender o los ya aprendidos en el tema 3 (Electrónica Digital). Situaremos al alumno en el marco de trabajo de la sesión que vamos a realizar y responderán en conjunto preguntas que les vaya formulando relativas a materia dada y la próxima que vamos a abordar. Se intentará crear un ambiente distendido y de debate.
CP1 10 min	Exposición del caso práctico: Plantearé un caso práctico donde se necesite desarrollar la materia que vamos a plantear. El caso práctico tendrá el mismo escenario que el planteado en el cuestionario inicial y final. Dividiré la resolución del problema en 4 fases. En la primera, trabajarán con la identificación del tipo de señales con las que van a trabajar, y el concepto de digitalización, dando respuesta a la primera pregunta del mapa de contenidos ¿Cuáles son sus conceptos básicos? En la segunda sesión, abordaremos la materia relativa al procesamiento de datos, donde tendremos que aplicar el algebra booleana para desarrollar la funcionalidad necesaria para la activación de la señal que de inicio al proceso de producción. Daremos respuesta a la pregunta ¿Qué es el algebra booleana? En la tercera sesión, diseñaremos el circuito digital que implementa la función obtenida en la sesión anterior con puertas lógicas, dando respuesta a Puertas/familias lógicas. Finalmente, decidiremos si nuestro circuito necesita de lógica única-mente combinacional o secuencial, dando respuesta a ¿Cuáles son las diferencias entre lógica combinacional y secuencial?
TG.1 30 min	Trabajo en grupo: Trabajarán en grupos reducidos para debatir el posible planteamiento para la resolución del problema.
T.1 15 min	Exposición teórica: Exposición teórica para exponer los conceptos que no hayan podido superar en el trabajo en grupo.
AC.1 10 min	Video/animación teórica: Reproducción de video para mostrar los conceptos más complejos/abstractos de forma visual.
TG.2 30 min	Trabajo en grupo: Continuar con el trabajo en grupo para debatir el posible planteamiento para la resolución del problema.
RS.1 15 min	Resolución de los problemas: Continuar con el trabajo en grupo para debatir el posible planteamiento para la resolución del problema.

En la tabla se indica el nombre de la actividad, su duración aproximada, así como la descripción de la misma. Destacar que en las cuatro sesiones de las que se compone el tema 3, vamos a seguir la misma secuencia de actividades.



Cuestionario inicial-final

Se plantea un cuestionario inicial-final para hacer un seguimiento de la evolución de los estudiantes en relación con los problemas y contenidos clave (Rivero y Porlán, 2017). El cuestionario inicial/final seleccionado y las preguntas incluidas en él se basan en el contenido del tema 3 y focalizándose en las preguntas clave necesarias para dar solución al caso práctico planteado a lo largo del tema. Se ha añadido una descripción breve del problema, aunque el problema planteado se refiere al caso práctico que se ha planteado como actividad de contraste. Las preguntas del cuestionario no deberían coincidir con las del mapa de contenidos por la extensión de las mismas, por lo que se ha intentado que fueran subapartados del contenido que se encuentra en el mapa.

Tabla 2. Cuestionario inicial – final.

Cuestionario Inicial – Final
Contexto: Una empresa nos solicita implementar la medición y procesado de varias señales acústicas, que servirán como señal para dar inicio a la elaboración de un producto industrial. Tenemos que identificar las señales analógicas, digitalizarlas y procesarlas, para implementar la función que active el inicio de producción de forma totalmente automática.
1. ¿Diferencias entre señal analógica y digital?
2. ¿Cuáles son las ventajas de circuitos digitales?
3. ¿Cuáles son las puertas básicas digitales? Indica los símbolos de las puertas.
4. ¿Cuál es la principal diferencia entre circuitos combinacionales y circuitos secuenciales?

Aplicación del CIMA

La aplicación del CIMA comienza en el tema 3 de la asignatura. Destacar que previa a la aplicación del CIMA, se ha ido incentivando en las clases anteriores el trabajo en grupo y la resolución de problemas sin ayuda del profesor. Sin embargo, la resolución de problemas se hizo tras la resolución de un ejercicio de ejemplo por parte del docente y después de haber explicado la teoría.

Relato resumido de las sesiones

En la primera sesión al inicio del tema 3, se explicó la nueva metodología de trabajo a seguir y se pasó el cuestionario inicial. Se indicó que trabajaríamos a lo largo del tema con un caso práctico al que daríamos



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0.)

solución, intentando resolverlo previa a la exposición teórica. Al trabajar con un mismo problema, es importante destacar que, aunque la primera sesión fue algo más lenta (le dedicamos más tiempo del especificado en la secuencia de actividades), en las siguientes 3 sesiones conseguimos adaptarnos al tiempo y poder aprovechar más el trabajo en grupo.

En la última sesión, tras dar solución al caso práctico, realizamos el cuestionario final.

Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

En este apartado estudiaremos la evaluación del aprendizaje de los estudiantes, comparando sus conocimientos iniciales y finales, presentando finalmente las Escaleras de Aprendizaje y el Cuadro de Evolución de cada alumno (Rivero y Porlán, 2017).

Tras analizar cada una de las preguntas, he identificado los obstáculos e ideas de los estudiantes, y muestro el porcentaje y número de alumnos inicial y final en cada escalón. Destacar que la evolución del aprendizaje se ha analizado a través de 17 cuestionarios. Como ejemplo, en el caso de los valores «9(52,9%) → 1(5,9%)», indico que hay 9 alumnos en el estudio inicial, que se corresponde con el 52,9% del total, y que evoluciona en el cuestionario final a 1 alumno en ese escalón, siendo un 5,9% del total. Hay que destacar que he considerado que hay unos obstáculos más difíciles que otros y que no siempre los alumnos alcanzan el nivel superior de la escalera. El recuadro rojo indica el obstáculo que tiene que saltar el alumno para evolucionar de un escalón inferior a uno superior, y el recuadro verde indica los conocimientos que posee el alumno que se sitúa en ese escalón. Muestro dos de las escaleras más significativas del estudio en las figuras 4 y 5. Se ha podido observar como los estudiantes han evolucionado de los escalones más bajos en el cuestionario inicial, a los escalones más altos en el cuestionario final.

En la tabla de evolución por estudiante (tabla 3), he considerado 4 niveles en las preguntas 1 y 4, y 5 escalones en las preguntas 2 y 3. Se identifica el escalón de menor conocimiento como el 0, y los escalones con el mayor nivel de conocimiento como 3 y 4, coincidiendo con las preguntas 1 y 4, y 2 y 3 respectivamente. En la mayoría de los estudiantes se ha apreciado un progreso significativo, aunque es destacable que en la pregunta 4 hay muchos alumnos que no han contestado dejando la pregunta vacía tanto en el cuestionario inicial y final.



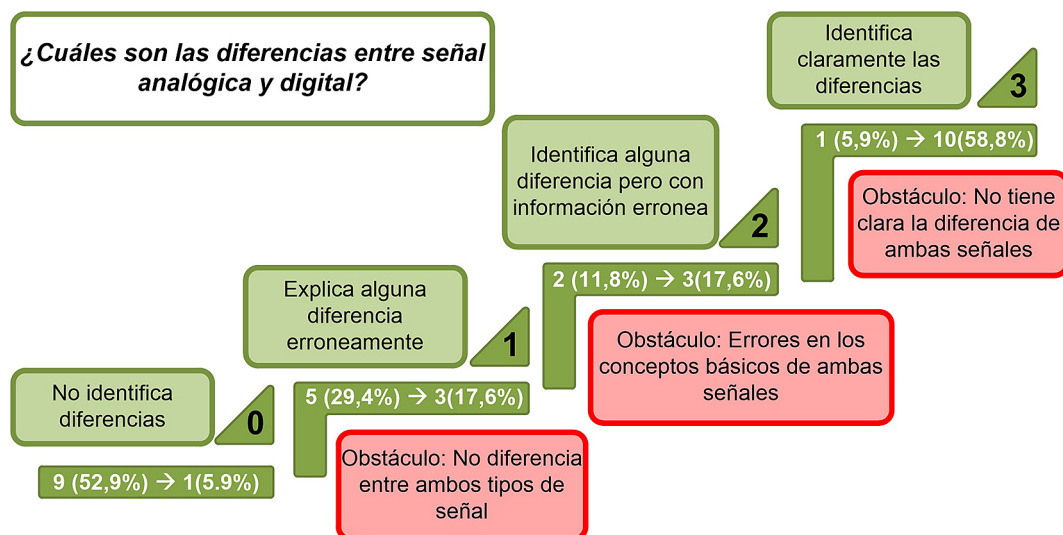


Figura 3. Escalera de aprendizaje: pregunta 1.

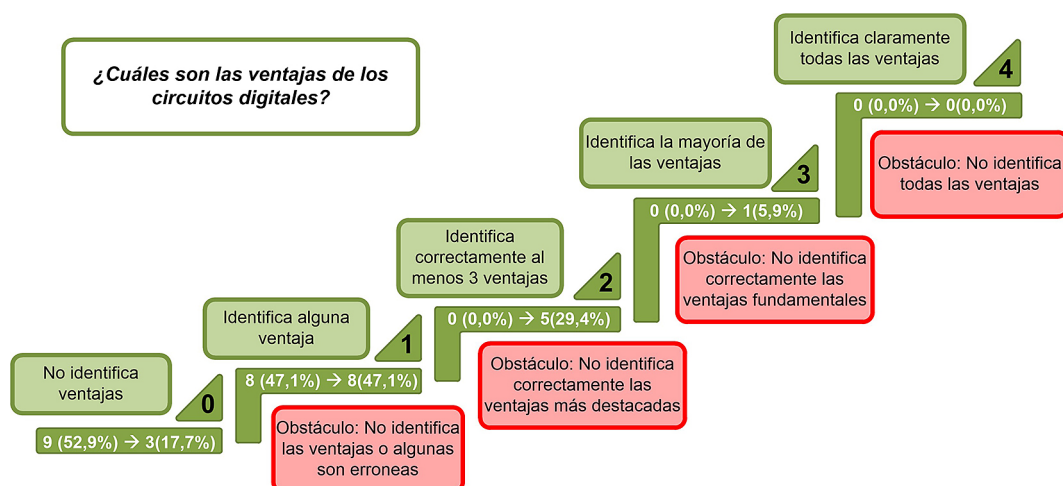


Figura 4. Escalera de aprendizaje: pregunta 2.

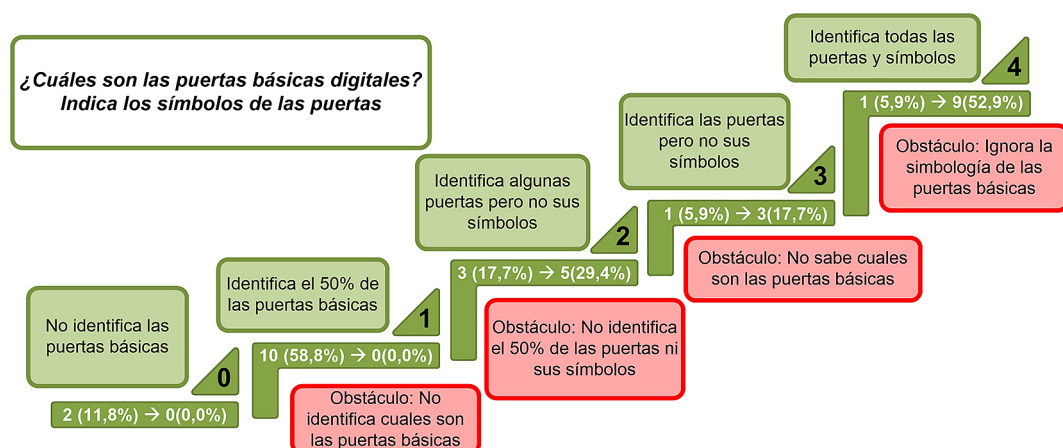


Figura 5. Escalera de aprendizaje: pregunta 3.



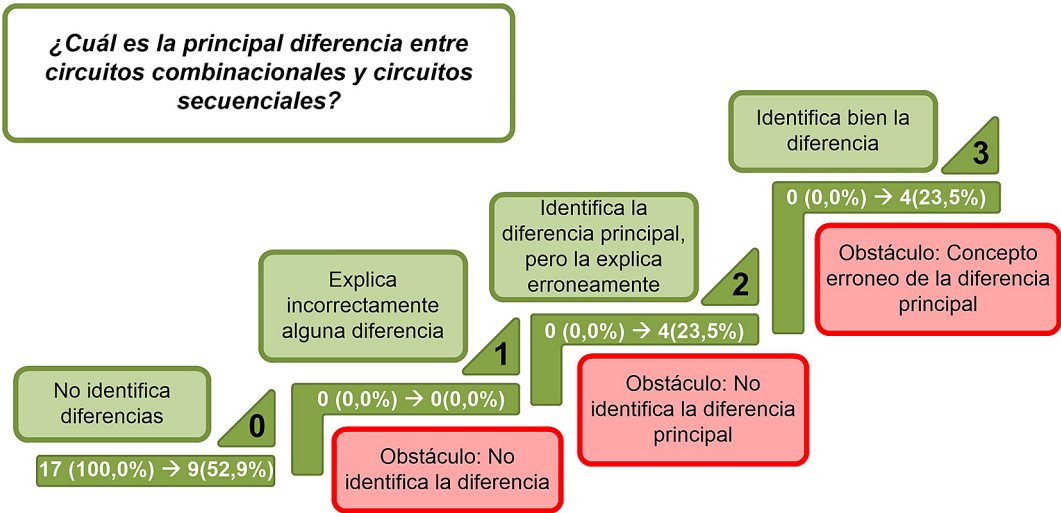


Figura 6. Escalera de aprendizaje: pregunta 4.

Tabla 3. Cuadro de evolución por estudiante

(I = Inicial; F = Final; P = Progreso; Fondo verde = nivel más alto alcanzado al final del CIMA; Fondo rojo = nivel más bajo al final del CIMA)

Alumno	Pregunta 1			Pregunta 2			Pregunta 3			Pregunta 4		
	I	F	P	I	F	P	I	F	P	I	F	P
1	0	1	↑	0	0	→	2	3	↑	0	0	→
2	1	2	↑	1	1	→	1	2	↑	0	2	↑↑
3	1	2	↑	0	1	↑	1	2	↑	0	3	↑↑↑
4	0	3	↑↑↑	0	1	↑	2	4	↑↑	0	3	↑↑↑
5	2	3	↑	1	2	↑	2	2	→	0	2	↑↑
6	0	1	↑	0	0	→	0	3	↑↑↑	0	0	→
7	1	3	↑↑	0	1	↑	1	4	↑↑↑	0	0	→
8	0	3	↑↑↑	0	0	→	1	2	↑	0	3	↑↑↑
9	0	0	→	0	1	↑	0	4	↑↑↑↑	0	0	→
10	1	3	↑↑	1	1	→	1	4	↑↑↑	0	0	→
11	2	2	→	1	2	↑	1	4	↑↑↑	0	2	↑↑
12	3	3	→	1	2	↑	1	4	↑↑↑	0	0	→
13	0	1	↑	0	1	↑	1	3	↑↑	0	0	→
14	0	3	↑↑↑	0	1	↑	1	2	↑	0	2	↑↑
15	1	3	↑↑	1	2	↑	4	4	→	0	0	→
16	0	3	↑↑↑	1	2	↑	1	4	↑↑↑	0	0	→
17	0	3	↑↑↑	1	3	↑↑	3	4	↑	0	3	↑↑↑



Evaluación del CIMA

La evaluación final del CIMA es muy positiva. Aunque no se ha comentado anteriormente, es importante decir que el número de alumnos al inicio del tema 3 se ha mantenido hasta el final del curso, incluso sumando algún alumno más al final de la asignatura.

Tras recibir el feedback de los alumnos sobre la aplicación del CIMA, me han indicado que, aunque la exposición del caso práctico antes de la teoría ayuda al aprendizaje, echaban de menos tener más problemas resueltos como ejemplo y también que se reducía el tiempo dedicado a problemas en clase, teniendo al final poco material con el que trabajar.

Aspectos a mantener o cambiar en un futuro CIMA

Mantendré la aplicación de un caso práctico a lo largo del tema y la exposición de la teoría tras un primer trabajo inicial.

Como aspecto a cambiar en un futuro, se adaptará la secuencia de actividades para poder incluir más problemas o casos prácticos a los que demos solución en clase.

Referencias bibliográficas

- Bain, K. (2005). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Publicaciones Universidad de Valencia.
- De Alba, N. y Porlán, R. (2017). *La metodología de enseñanza*. En R. Porlán (Coord.), *Enseñanza universitaria. Cómo mejorarla* (pp. 37-54). Morata.
- Finkel, D. (2008). *Dar clase con la boca cerrada*. Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- García-Díaz, E., Porlán, R. y Navarro, E. (2017). *Los fines y los contenidos de enseñanza*. En R. Porlán (Coord.), *Enseñanza Universitaria. Cómo mejorarla* (pp. 55-72). Madrid.
- Rivero, A. y Porlán, R. (2017). *La evaluación en la enseñanza universitaria*. En R. Porlán (Coord.), *Enseñanza Universitaria. Cómo mejorarla* (pp. 73-91). Morata.
- Porlán, R. (2017). *Enseñanza universitaria como mejorarla*. Morata.
- Universidad de Sevilla-1. Programa de la asignatura Electrónica y Automatización del Producto. Accesible en la dirección: <https://sevius4.us.es/index.php?PyP=LISTA&codcentro=23&titulacion=202&asignatura=2020025>



