

# Puesta en común y fomento de la exposición de aplicaciones reales en los laboratorios de electrónica

## Sharing and promotion of exposure of real applications in electronic laboratories

*Erica Tena-Sánchez*

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

*Universidad de Sevilla*

*Escuela Politécnica Superior*

*Departamento de Tecnología Electrónica*

[etena@us.es](mailto:etena@us.es)

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447222865.126>

Pp.: 2213-2228



## Resumen

El ciclo de mejora en el aula presentado en este capítulo se ha desarrollado en la asignatura de Acondicionamiento y Conversión de Señales del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial impartido en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla. El objetivo principal es fomentar la puesta en común al inicio de las sesiones presenciales de laboratorio, así como intentar acercar al alumno a aplicaciones reales de lo visto en las sesiones de prácticas a través de la impartición de seminarios. Con este ciclo de mejora se ha conseguido crear un ambiente distendido en las sesiones donde los alumnos han tomado un papel más activo y han podido intercambiar ideas e incluso se han retado a probar fenómenos/comportamientos curiosos en las prácticas.

*Palabras clave:* Puesta en común, Grado de Ingeniería Electrónica Industrial, docencia universitaria, desarrollo profesional docente.

## Abstract

The classroom improvement cycle presented in this chapter has been developed in the Signal Conditioning and Conversion subject of the Industrial Electronics Engineering Degree at the Escuela Politécnica Superior of the Universidad de Sevilla. The main objective is to encourage the sharing at the beginning of the laboratory sessions, as well as to try to bring the student closer to real applications of what was seen in the practical sessions through the delivery of seminars. With this improvement cycle we have managed to create a relaxed atmosphere in the sessions where students have taken a more active role and have been able to exchange ideas and have even challenged themselves to test curious phenomena/behaviours in the practices.

*Keywords:* Sharing, industrial electronic engineering degree, university teaching, educational professional development.



## Introducción

El objetivo prioritario de las prácticas de laboratorio dentro de las enseñanzas técnicas universitarias es que el alumno pueda acercarse a la realidad o al menos aproximarse lo máximo a ella. Para ello, las facultades destinan una gran parte de sus recursos para dotar a los laboratorios donde se desarrollan las prácticas de material de laboratorio, que muchas veces es caro y específico, así como de espacios físicos adecuados para su correcto desarrollo. Todo ello permite, pero también exige, que estas prácticas sean actividades docentes eminentemente presenciales. Ese objetivo suele cumplirse en nuestras facultades requiriendo un importante esfuerzo del personal docente, técnico y de administración y servicios.

Hay que tener presente que este ciclo de mejora en el aula (CIMA) se ha enmarcado dentro de una casuística excepcional, donde hemos tenido que convivir con estrictas medidas sanitarias y con los modelos presenciales, *online* y semipresenciales, por lo que se ha limitado mucho la flexibilidad de aplicación de diferentes mejoras en las clases (Universidad de Sevilla-1, 2021). A pesar de la particularidad de nuestra experiencia, una buena parte de los impedimentos e inconvenientes derivados de la pandemia, así como de nuestras propuestas de mejora en las clases, son válidas en otras muchas asignaturas. A riesgo de ser simplistas, el principal problema a considerar en la aplicación de nuestro CIMA es no poder realizar las prácticas presenciales con grupos de alumnos que puedan establecer una plena y directa comunicación entre ellos y con el profesor (no es posible compartir material, formar parejas o grupos en el desarrollo de prácticas, así como el mantener la distancia social entre alumnos y alumno-profesor). Este problema ha estado presente en todas las fases de esta pandemia, desde el confinamiento cerrado con nula presencia en nuestros laboratorios y equipos, hasta el régimen semiabierto de los últimos meses, pero, aun así, ha sido imposible alcanzar el número deseable de alumnos tanto por el efecto de la obligada distancia social mínima como por el aumento de ausencias/abandono de alumnos y el gran decaimiento de la comunicación alumno-alumno y alumno-profesor. A esto hay que añadir, en muchos casos, la no por tradicional menos real insuficiente dotación de espacios y de material en las Escuelas pese a los esfuerzos que hacen éstas y los Departamentos implicados en la docencia.

Para poder desarrollar el CIMA presentado en este capítulo, hemos seleccionado la asignatura Acondicionamiento y Conversión de Señales del tercer curso del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial que se imparte en la Escuela Politécnica Superior (EPS) de la Universidad de Sevilla (US) (Universidad de Sevilla-2, 2021). En la asignatura hay matriculados 66 alumnos, donde se imparte un solo grupo de teoría y tiene 6 subgrupos de prácticas de laboratorio. Las prácticas de laboratorio son de 2 horas



todas las semanas, teniendo un total de 7 prácticas y una jornada de recuperación. Esta última sesión es sumamente importante en la situación en la que nos encontramos, ya que tenemos casos de alumnos COVID-positivos, o que han sido contacto estrecho de un caso positivo, así como situaciones excepcionales donde no pueden asistir a su sesión de prácticas y necesitan recuperar una o varias prácticas. En otra situación, se podrían haber ubicado en otros grupos, pero debido a las restricciones sanitarias, esto resulta inviable. El laboratorio de Electrónica Analógica donde se imparten las sesiones prácticas, consta de 12 puestos (ver figura 1). Cada uno de los puestos está completamente equipado con los instrumentos básicos necesarios como pueden ser osciloscopios, fuentes de alimentación, PCs o multímetros. Sin embargo, los componentes y placas específicas para el desarrollo de las prácticas no son suficientes en todas las sesiones. El material necesario para la realización de las prácticas no se puede conseguir de forma rápida o porque son montajes específicamente diseñados práctica.

El CIMA se ha aplicado a un solo grupo de prácticas al que imparto docencia, y hay que tener en cuenta que, aunque el grupo completo cabe en el laboratorio ocupando puestos individuales, al no poder poner a los alumnos en pareja, nos encontramos con la casuística de no tener suficiente material específico para todas las prácticas. Esto nos obliga a separar el grupo en dos subgrupos A y B, donde un subgrupo realiza la práctica 1 y el segundo subgrupo realiza la práctica 2 (ver figura 1 donde el color verde indica los alumnos que realizan la práctica A y los de amarillo la práctica B). Es decir, se van a realizar dentro de una misma sesión dos prácticas diferentes, donde los alumnos A realizaran una práctica y los alumnos B la otra, en la siguiente semana, las prácticas rotaran, pasando a realizar la práctica 2 por el subgrupo A y la práctica 1 por el B. En la tabla 1 se muestra la planificación por sesión y grupo.

Tabla 1. Distribución de prácticas

Día	Subgrupo A	Subgrupo B
19/04/2021	Práctica 1	Práctica 2
26/04/2021	Práctica 2	Práctica 1
03/05/2021	Práctica 3	Práctica 4
10/05/2021	Práctica 4	Práctica 3
17/05/2021	Práctica 5	Práctica 6
24/05/2021	Práctica 6	Práctica 5
31/05/2021	Práctica 7	Práctica 7
07/06/2021	Recuperación	



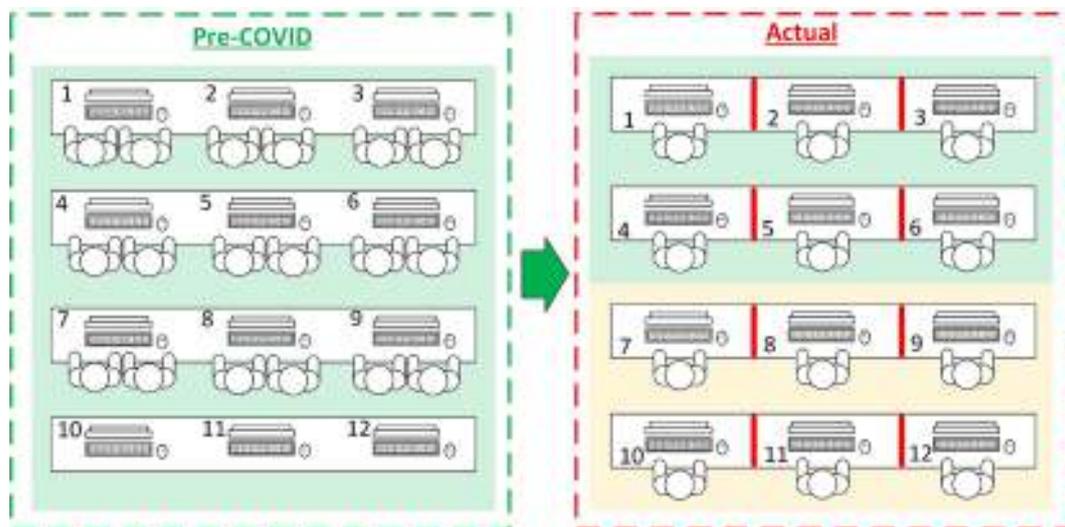


Figura 1. Distribución de puestos en el laboratorio de Electrónica Analógica.

### Diseño previo del CIMA

La selección del contenido a aplicar en el CIMA se ha tenido que ajustar al período de aplicación del mismo, es decir, el contenido expuesto en el CIMA es el de las sesiones programadas en el tiempo de ejecución. El contenido escogido en este caso se corresponde con las prácticas 5, 6 y 7. La propuesta de contenidos en las sesiones de laboratorio son las siguientes:

- Sesión 1: práctica 5, circuito integrado (ci) de acondicionamiento mixto (mux-pga-adc) con interfaz spi (Grupo B); práctica 6: sistemas de adquisición de datos para pcs (Grupo A).
- Sesión 2: seminario sobre aplicaciones reales: estructurador (todos).
- Sesión 3: práctica 7: programación de sistemas de adquisición de datos con labview (todos).

### Sesiones 1 y 3

El contenido de esas dos sesiones se centra en el uso de sensores de temperatura, concretamente un termopar tipo K, y el acondicionamiento y transmisión de señales. Además, en la práctica 6 y 7 se estudiarán los sistemas de adquisición de datos para PCs y el software asociado, ampliamente utilizado en la práctica.

### Sesión 2

Se propone impartir un seminario entre la sesión 1 y 3, donde podré explorar en una sola sesión el uso de contenidos seleccionados por mí y



el acercar al alumno a una aplicación práctica fuera del entorno controlado del laboratorio. Se intentará crear un ambiente distendido donde los alumnos puedan opinar y preguntar abiertamente para resolver cualquier inquietud que puedan tener sobre la aplicación de lo visto en clase en problemas reales. Para ello, se ha seleccionado en primer lugar la criptografía hardware donde se verá la problemática de medidas diferenciales en las medidas de consumo de potencia, se mostrará cómo medir radiación electromagnética de una FPGA, y se expondrán las posibles soluciones a aplicar para el acondicionamiento, adquisición y procesado de datos. En segundo lugar, se mostrarán ejemplos de sensores de temperatura, giroscopios y acelerómetros incluidos en el Curiosity y Perseverance desarrollados en el Instituto de Microelectrónica de Sevilla. Es un ejemplo perfecto para llamar la atención de los estudiantes debido al impacto mediático que tienen las sondas enviadas a Marte, y sobre todo saber que parte de la electrónica que tienen es «made in Sevilla».

Para captar la atención de los alumnos, como actividad de contraste, se van a llevar diferentes equipos de medida y se les va a enseñar como capturar diferentes señales. Difiere mucho de la idea que tienen en cuanto a medidas de consumo y radiación electromagnética se refiere. Por otra parte, se van a llevar diferentes sensores integrados en un mismo ASIC (Application Specific Integrated Circuit), van a ver circuitos integrados reales, y su adaptación a los setups de medida. En este caso, verán que hay muchos tipos de sensores y no tienen por qué ser de gran tamaño.

### **Mapa de contenidos**

No todos los contenidos tienen la misma importancia, hay que identificar los que son más estructuradores y los que son contenidos secundarios. Los estructuradores son más complejos y engloban más contenido, por lo que hay que dedicarles más tiempo. Hay que evaluar la cantidad de contenidos, la relación entre los contenidos, y la formulación de contenidos. Los tipos de contenido pueden clasificarse como: datos, racionales (conceptos o procedimientos), emocionales (actitudes o valores) y motrices (procedimientos mecánicos, procedimentales o técnicos) (García, Porlán y Navarro, 2017).

El mapa de contenidos engloba las prácticas 5, 6, 7 y el seminario de la asignatura de Acondicionamiento y Conversión de Señales. Como puede observarse en la figura 2, el mapa de contenidos se centra en la pregunta ¿Cómo medimos una señal del mundo real? Para poder llegar a responder a esta pregunta, hemos añadido 6 subpreguntas fundamentales que son: ¿Qué deseo medir?, ¿Cómo la mido?, ¿Qué transductor/herramienta utilizar?, ¿Qué acondicionamiento analógico aplicar?, ¿Cómo convierto los





datos al mundo digital? Y ¿Cómo intercambio información? En primer lugar, tenemos el proceso de medida en el sistema real. En segundo lugar, pasaríamos a la parte del acondicionamiento de la señal, y por último al apartado de conversión de datos. Si nos fijamos, encaja completamente con la descripción de la asignatura, que si la recordamos era: Acondicionamiento y Conversión de Señales. En el mapa de contenidos nos encontramos con datos, marcados en morado; con bloques azules que se corresponden con contenidos conceptuales; los contenidos procedimentales se resaltan en amarillo; en naranja tenemos el contenido emocional que en este caso es el rigor científico; y por último tenemos las preguntas clave en color verde.

### ***Modelo metodológico posible y secuencia de actividades***

El objetivo principal del CIMA es fomentar en los alumnos la puesta en común y la colaboración durante la realización de las prácticas, además del acercamiento de aplicaciones reales en un seminario donde crearemos un ambiente más relajado para poder poner en común todas las inquietudes de los estudiantes (Bain, 2007; Finkel, 2008). La práctica habitual es, en primer lugar, realizar un estudio teórico en casa para que sepan a qué se van a enfrentar en el laboratorio. En segundo lugar, en la sesión del laboratorio, los alumnos ocupan su puesto y se ponen a trabajar de modo individual tras escuchar la exposición teórica del profesor.

Se va a intentar realizar una puesta en común al inicio de las sesiones y fomentar que durante la práctica se consulten los resultados que van obteniendo para así resolver los problemas. Además, ayudará a plantear más problemas de los que se encontrarían de forma individual, ya que intentarán resolver entre todos los problemas que surjan, siempre con el apoyo del profesor.

Respecto al primer CIMA y que ha derivado en la aplicación del CIMA expuesto en este capítulo, vamos a modificar una de las actividades propuestas, concretamente la puesta en común de la sesión cuando inician un nuevo ciclo de prácticas. En el primer CIMA, la puesta en común no era satisfactoria ya que, al no haber realizado la práctica con anterioridad, no tenían dudas que comentar con respecto al estudio teórico. Las dudas les surgen principalmente en la realización de la práctica, por lo que se propuso que el profesor fuera quien hiciera ciertas preguntas en relación al problema que van tratar para intentar guiar la puesta en común y ayudar a que los alumnos enfrenten sus ideas adquiridas con la lectura del estudio teórico y lo contrapongan a lo que se va a aprender realmente durante la realización de la práctica. El modelo metodológico aplicado es el mostrado en la figura 3.



La secuencia de actividades propuesta para cada sesión de 2 horas de duración es la siguiente. Es importante recordar que la mitad A del grupo hará la práctica 6 y la otra mitad B la práctica 7. A la siguiente semana, realizarán ambos subgrupos la práctica 7. La realización de las prácticas dentro del CIMA es la mostrada en la tabla 2. La idea es incluir al inicio de la sesión 1 una actividad de discusión y reflexión entre los alumnos. Dedicar tiempo en el que poder discutir con los alumnos la práctica que van a realizar, los resultados que esperan ver de forma experimental una vez realizado el estudio teórico e intercambiar opiniones y consejos entre el subgrupo A y subgrupo B. De esta forma, los que hayan realizado la práctica 5 o práctica 6, podrán aconsejar e intercambiar ideas con los que la vayan a realizar ese día. La sesión 3, en la que comiencen la nueva práctica (7), haremos un breve resumen, propondré una serie de preguntas que les hagan reflexionar y cuestionar ciertos aspectos de la práctica que van a realizar en la sesión y las discutiremos entre todos.

Tabla 2. Prácticas en las sesiones del CIMA

	Subgrupo A	Subgrupo B
Sesión 1 (Tipo B)	Práctica 6	Práctica 5
Sesión 3 (Tipo A)	Práctica 7	

Las fases propuestas para las sesiones de laboratorio son las siguientes:

- Realización del estudio teórico en casa.
- Realizar un resumen del desarrollo de la práctica de la sesión. Duración 5'.
  - Tipo A (comienzan sesiones nuevas): Reflexión individual guiada con preguntas formuladas por el profesor sobre las prácticas A y B a realizar/realizadas. Duración 5'.
  - Tipo B (los alumnos realizaron la práctica anterior en la sesión anterior): Reflexión individual sobre las prácticas A y B a realizar/realizadas. Duración 5'.
- Abrir un intercambio de ideas/discusión sobre las prácticas A y B a realizar. Duración 10'.
- Realización de la práctica de forma individual/consultas colectivas y resolución de dudas o ayuda por parte del docente. Duración 100'.
- Evaluación: Elaboración de la memoria experimental.



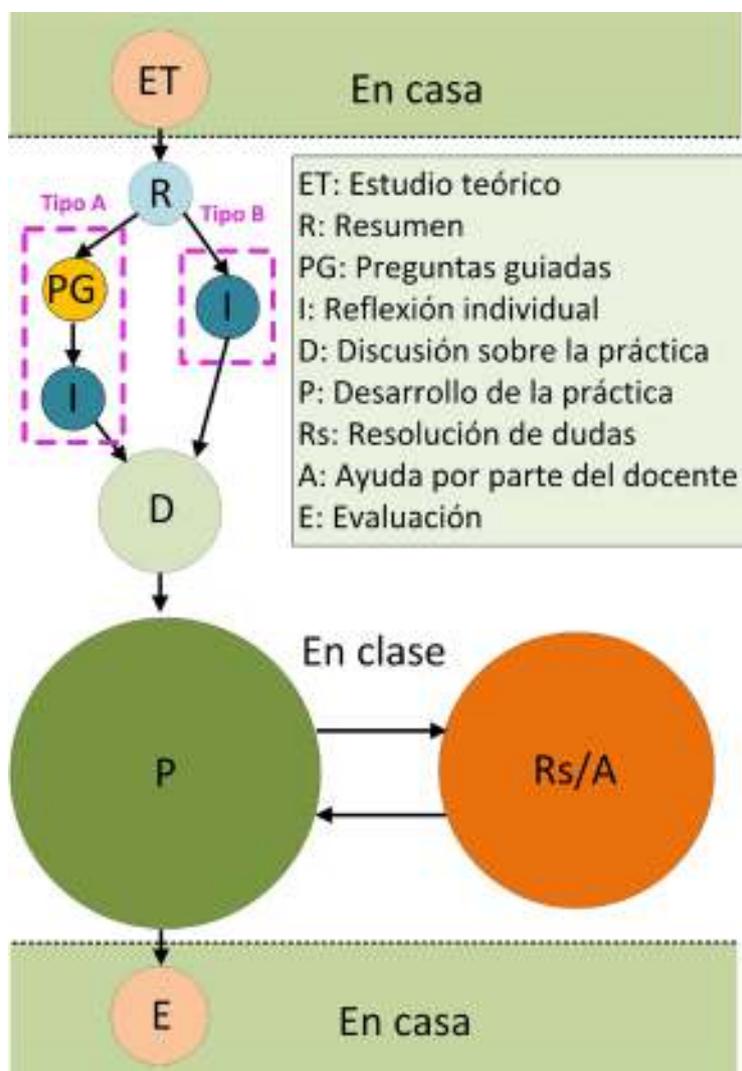


Figura 3. Modelo metodológico posible.

Las actividades definidas en el CIMA se exponen en la tabla 3, donde identificamos el número de orden de la actividad, la fase del modelo al que pertenece, el nombre de la actividad pensado para el alumno, y, por último, el tiempo dedicado.

Tabla 3. Actividades

Nº de orden de la actividad	Fase del modelo posible al que pertenece	Nombre de la actividad pensado para el alumno	Tiempo
0	ET: Estudio teórico	Estudio teórico	En casa
Realizar estudio teórico antes de asistir a la práctica. Consiste en la lectura del documento de prácticas.			
Documento pdf.			



Nº de orden de la actividad	Fase del modelo posible al que pertenece	Nombre de la actividad pensado para el alumno	Tiempo
1	R: Resumen	Resumen de la sesión	5'
Realizar un resumen de la sesión que se va a llevar a cabo ese día, indicando los conceptos teóricos vistos en las clases de teoría que vamos a experimentar en el laboratorio.			
En caso de ser necesario de diapositivas o el propio circuito y componentes a utilizar.			
Nº de orden de la actividad	Fase del modelo posible al que pertenece	Nombre de la actividad pensado para el alumno	Tiempo
2	PG: Preguntas Guiadas	Preguntas guiadas	5'
Realizar varias preguntas clave previas a la reflexión individual.			
No se necesitan (papel y boli).			
Nº de orden de la actividad	Fase del modelo posible al que pertenece	Nombre de la actividad pensado para el alumno	Tiempo
3	I: Reflexión individual	Reflexión sobre la práctica realizada/a realizar	5'
Tipo A (Inician un ciclo de prácticas A y B): Dejar 5 minutos a los alumnos para que puedan pensar sobre los conceptos vistos en el estudio teórico y anotar los conceptos que van a poder apreciar al realizar la práctica. Indicar cuales pueden ser las dudas que les puedan surgir en la realización de la práctica.			
Tipo B (Han realizado en la sesión anterior un ciclo de prácticas A y B): Dejar 5 minutos para que los alumnos anoten las dificultades observadas en la realización de la práctica anterior e indicar cuales son las dudas que les puedan surgir en la práctica de esta sesión.			
No se necesitan (papel y boli).			
Nº de orden de la actividad	Fase del modelo posible al que pertenece	Nombre de la actividad pensado para el alumno	Tiempo
4	D: Discusión sobre la práctica	Puesta en común	10'
Dejar que los alumnos, de forma ordenada, puedan lanzarse las preguntas sobre las dudas que tienen sobre la práctica a realizar y recibir retroalimentación de los compañeros que también vayan a realizarla o consejos de aquellos que ya la hayan hecho.			
No se necesitan.			
Nº de orden de la actividad	Fase del modelo posible al que pertenece	Nombre de la actividad pensado para el alumno	Tiempo
5	P: Desarrollo de la práctica	Desarrollo de la práctica	100'
Realizar la práctica.			
Los recursos necesarios son los equipos disponibles en el laboratorio: Instrumentación: Osciloscopio, fuente de alimentación, multímetro de mano, multímetro de mesa y generador de funciones. Componentes: Placa PCB con los circuitos a analizar, resistencias, destornillador, cables...			
Nº de orden de la actividad	Fase del modelo posible al que pertenece	Nombre de la actividad pensado para el alumno	Tiempo
6	P: Desarrollo de la práctica	Rs: Resolución de dudas	100'
Resolver las dudas que puedan aparecer durante la realización de la práctica, sobre todo interpretar el resultado observado y contrastarlo con la teoría.			
Palabra y diapositivas.			



Nº de orden de la actividad	Fase del modelo posible al que pertenece	Nombre de la actividad pensado para el alumno	Tiempo
7	P: Desarrollo de la práctica	A: Ayuda	100'
Ayudar al alumno para corregir el montaje, detectar fallos en los instrumentos...			
Los recursos necesarios son los equipos disponibles en el laboratorio: Instrumentación: Osciloscopio, fuente de alimentación, multímetro de mano, multímetro de mesa y generador de funciones. Componentes: Placa PCB con los circuitos a analizar, resistencias, cables...			
Nº de orden de la actividad	Fase del modelo posible al que pertenece	Nombre de la actividad pensado para el alumno	Tiempo
8	E: Evaluación	Evaluación	En casa
Escritura de la memoria experimental.			
Documento pdf.			

### *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 las prácticas que vamos a dar en las sesiones (prácticas 5, 6 y 7). Se ha añadido una descripción breve del problema, aunque el problema planteado se refiere a lo que van a ver en las sesiones de prácticas. 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 de las que se encuentran en el mapa: i) ¿Cuáles son los pasos a seguir en la medida de una señal de temperatura de un sistema real?, ii) ¿Qué equipo utilizarías para monitorizar una comunicación digital? ¿Cómo convierto los datos al dominio digital?, iii) ¿Qué ventajas ofrecen los sistemas de adquisición de datos para PCs?, iv) ¿Qué herramientas utilizarías para el diseño del control automático de los experimentos?; y v) ¿En qué aplicaciones reales podemos encontrar algunos de los elementos estudiados en las prácticas del laboratorio?

### **Aplicación del CIMA**

#### *Resumen de sesiones*

La primera sesión del CIMA2 se realizó el día 24 de mayo de 2021. Tras realizar el primer cuestionario, aprecié que había varios de los instrumentos de medida que se iban a utilizar en las prácticas que no habían



utilizado nunca. Es más, no habían oído hablar de ellos. Por ese motivo, dediqué un poco de tiempo en la sesión para detallarles los instrumentos a utilizar. Sin embargo, esta práctica era del tipo B, es decir, ya había realizado una primera ronda la semana anterior por lo que parte de los alumnos habían utilizado ya los instrumentos. Utilicé este punto para que los propios alumnos contaran detalles del instrumento, en este caso el analizador lógico y la tarjeta de adquisición de datos de National Instruments. Como en las prácticas anteriores, tras la aplicación del primer CIMA, ya estaban haciendo la puesta en común, resultó bastante sencillo que se aconsejaran entre ellos. He podido observar que cuando ya han realizado la práctica, les resulta más sencillo comentar cosas y hacer intercambio de ideas. Aprecié que el ambiente en clase mejoraba con cada sesión, la puesta en común no solo se realizaba en la introducción, sino que durante la práctica se preguntaban dudas e incluso se «retaban» a experimentar con las prácticas para observar ciertos fenómenos curiosos que les pasaban a otros compañeros.

La segunda sesión, correspondiente al seminario, se realizó el martes 25 de mayo de 2021. La asistencia me sorprendió gratamente, ya que de 12 alumnos del grupo (aunque dos de ellos dejaron la asignatura antes de llegar a esta sesión), acudieron 8 y se excusaron 2. La sesión en principio estaba programada para dos horas, pero se extendió casi media hora más por la participación de los alumnos. Preparé la sesión fuera del horario de laboratorio como un seminario extra donde la asistencia era totalmente voluntaria y no iba a repercutir ni positiva ni negativamente en la calificación final. Reservé un aula donde poder disponer las mesas en forma de U, dejando en el centro una mesa con diferentes dispositivos. Intenté llevar circuitos integrados (que no ven específicamente en la carrera principalmente porque en las prácticas se trabaja siempre con componentes discretos. Concretamente sensores y placas de testeo y medida. La sesión la preparé centrándola en dos aplicaciones reales: la criptografía y los circuitos integrados para aplicaciones espaciales. Todos estos circuitos se diseñaron en Sevilla y se sorprendieron al saber que en su ciudad se realizaba este tipo de diseño. En la parte de aplicaciones espaciales, concretamente mostré el ejemplo del diseño de los sensores que están actualmente en los rovers en Marte: Curiosity y Perseverance. Hice uso de fotos y un vídeo donde se explicaba la aplicación y se hablaba de que el diseño era 100% español. El ambiente fue muy relajado, donde la participación de los alumnos fue muy intensa y expresaban sus dudas e inquietudes.

La tercera sesión se realizó el 31 de mayo de 2021. En este caso la práctica se trataba del tipo A, concretamente esta práctica la realizaban todos a la vez, es decir, todos realizaron la práctica 7. Como en el primer CIMA la puesta en común cuando comenzaban una nueva práctica no dio buenos



resultados, probé a intentar guiar esa puesta común y reflexión personal con preguntas. No sé si no formulé las preguntas adecuadas, o si se trata del hecho de no haber realizado antes la práctica, pero la puesta en común cuando se comienza una nueva práctica no funciona bien del todo. Creo que las dudas les surgen tras enfrentarse a la práctica, por lo que creo que es un punto que tendré que modificar el próximo curso aplicando otro tipo de actividad.

### ***Evaluación del aprendizaje***

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 9 cuestionarios. Como ejemplo, en el caso de los valores «1 (11,1%) → 0 (0,0%)», indico que hay un alumno en el estudio inicial, que se corresponde con el 11,1% del total, y que evoluciona en el cuestionario final a 0 alumnos en ese escalón, siendo un 0,0% 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. Se pudo apreciar que los alumnos que pudieron asistir al seminario dieron mejores respuestas en la pregunta 5.

En el cuadro de evolución por estudiante (tabla 4) he considerado 5 niveles en todas las preguntas que equivalen de mayor a menor conocimiento a A, B, C, D, y E, donde A es el valor más alto y E el más bajo. En la mayoría de los estudiantes se ha apreciado un progreso significativo, aunque se han eliminado de la tabla aquellos que no se esforzaron lo suficiente en el último cuestionario, dejando preguntas sin contestar, y por tanto obteniendo unos resultados no significativos en el estudio (estudiante nº 7). Hay otro caso de alumnos que partían ya de un escalón superior y se han mantenido en ese nivel. Hay que destacar que en las preguntas 4 y 5 es donde mayor progreso observamos en los conocimientos de los alumnos, tal y como muestra la tabla 4.





Figura 4. Escalera de aprendizaje de la segunda pregunta.



Figura 5. Escalera de aprendizaje de la quinta pregunta.

Tabla 4. Cuadro de evolución por estudiante

	Pregunta 1			Pregunta 2			Pregunta 3			Pregunta 4			Pregunta 5		
	I	F	P	I	F	P	I	F	P	I	F	P	I	F	P
1	A	A	→	C	A	↑↑	B	A	↑	D	A	↑↑↑↑	B	A	↑
2	E	B	↑↑↑	E	B	↑↑↑	C	E	↓↓	E	E	→	E	B	↑↑↑
3	E	A	↑↑↑↑	B	A	↑	C	A	↑↑	B	A	↑	C	A	↑↑
4	E	B	↑↑↑	E	B	↑↑↑	D	C	↑	E	A	↑↑↑↑	B	A	↑
5	D	A	↑↑↑	D	B	↑↑	C	D	↓	E	A	↑↑↑↑	E	A	↑↑↑↑
6	B	B	→	C	A	↑↑	C	B	↑	C	A	↑↑	D	A	↑↑↑
7	C	B	↑	A	E	↓↓↓↓	E	E	→	E	E	→	C	E	↓↓
8	A	A	→	B	B	→	C	C	→	E	E	→	E	A	↑↑↑↑
9	A	A	→	A	A	→	D	C	↑	E	A	↑↑↑↑	D	A	↑↑↑

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.



## Evaluación del CIMA

Una de las cuestiones a mantener de cara al próximo curso es la puesta en común tras la realización de la práctica. En caso de que la situación de pandemia varíe y permita que los alumnos se pongan en parejas y se realice la misma práctica en cada sesión, mantendré la puesta en común de la práctica y plantearé alguna actividad previa. Al comenzar una nueva práctica, se buscará alguna alternativa para que los alumnos puedan expresar sus dudas, y si no las tienen con la sola lectura del estudio teórico, buscar una actividad de contraste que pueda plantearles dudas de cara a la realización de la práctica. El ambiente creado en clase es muy positivo, sobre todo durante la realización de la práctica, donde había un intercambio de ideas constante. Un recurso que utilizaré de aquí en adelante será el mapa de contenidos y el cuestionario inicial-final. Es extremadamente importante realizar el mapa de contenidos y evaluar con qué profundidad queremos dar cada parte de la materia para poder incluir las actividades de contraste adecuadas en las clases. Además, el uso de los cuestionarios inicial y final aportan, por una parte, una idea de los conocimientos previos de los estudiantes que permite que el docente adecue el contenido y las sesiones a su nivel; y por otra saber cómo ha evolucionado el grupo, además de poder evaluar si las sesiones se han aplicado correctamente y han permitido progresar a los alumnos.

## Referencias bibliográficas

- Bain, K. (2004). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia: 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). Madrid: Morata.
- Finkel, D. (2008). *Dar clase con la boca cerrada*. Valencia: 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: Morata.
- Porlán Ariza, R. (2018). *Enseñanza universitaria. Cómo mejorarla*. Madrid: Morata.
- Rivero, A. y Porlán, R. (2017). La evaluación en la enseñanza universitaria. En R. Porlán (Coord.), *Enseñanza Universitaria. Cómo mejorarla* (pp. 73-91). Madrid: Morata.
- Universidad de Sevilla-1. *Criterios académicos para la adaptación de las titulaciones oficiales de la US a las exigencias sanitarias causadas por la COVID-19 durante el curso académico 2020-2021*. Accesible en la dirección: <https://www.us.es/sites/default/files/comunicacion/coronavirus/Criterios-academicos-US-curso-20-21.pdf> (accedido en junio de 2021).
- Universidad de Sevilla-2. *Programa de la asignatura Acondicionamiento y Conversión de Señales*. Accesible en la dirección: <https://seivus4.us.es/index.php?PyP=LISTA&proyecto=2010026/2020-21/1103647/1> (accedido en junio de 2021).

