

El autoaprendizaje como competencia central en la enseñanza de fundamentos de computadores

Javier Hormigo

Dpto. Arquitecturas de computadores

Universidad de Málaga

Málaga, España

0000-0002-5454-6821

Abstract—En este trabajo presentamos la experiencia de abordar el estudio de los fundamentos del computador con una metodología centrada en el alumno. Para ello, las clases magistrales son sustituidas por material didáctico variado, el estudio colaborativo y la implementación de un computador básico en un simulador. El estudiantado debe tomar las riendas de su aprendizaje y se ve forzado a trabajar semanalmente en la asignatura. Aunque la adaptación del alumnado al cambio de paradigma les obliga a un esfuerzo inicial extra, al terminar, la mayoría del estudiantado tiene una actitud positiva ante esta metodología y reconoce un mayor nivel de aprendizaje.

Index Terms—Autoaprendizaje, aprendizaje activo, aprendizaje colaborativo, motivación, computadores.

I. INTRODUCCIÓN

En un mundo en el que el conocimiento y la tecnología avanzan a una velocidad extrema, la capacidad de aprender de forma autónoma [1], el autoaprendizaje, debe ser una de las competencias centrales en la educación superior. De hecho, entre las ocho competencias que figuran en los planes de estudio para la asignatura cuya experiencia vamos a presentar, dos, están directamente relacionadas con el aprendizaje autónomo, básicamente dicen "Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo". Las otras seis competencias lo están de forma indirecta, al estar relacionadas con la autonomía, la aplicación en otros contextos y la evaluación. Es muy importante aclarar que aprender de forma autónoma no significa que deba hacerse de forma aislada. Todo lo contrario, la verdadera autonomía se consigue cuando los alumnos son interdependientes y se ayudan unos a otros [1]. Por ello, el trabajo en equipo suele ser otro de los pilares de este tipo de metodologías [2] [3]. Este estilo de enseñanza está ampliamente estudiado y se ha aplicado en numerosos contextos [4] [5] [6] [7].

En este trabajo presentamos la experiencia de primar la autonomía del alumno a la hora de abordar la enseñanza en la asignatura "Fundamentos de computadores". En esta asignatura se aborda desde cero el estudio de los conceptos básicos relacionados con el funcionamiento y la arquitectura de los computadores. Esto incluye aspectos teóricos como la representación de la información, circuitos lógicos, la estructura básica de un computador y el ciclo de instrucción. También se estudian temas prácticos como la programación a nivel de ensamblador, los dispositivos de entrada/salida, y

los sistemas operativos. Todo ello debe hacerse de forma suficientemente profunda para que se entienda, en un nivel básico, cómo funciona y cuales son los componentes fundamentales del computador, pero sin extenderse demasiado para poder hacerlo en los créditos asignados a la asignatura y suponiendo un desconocimiento total del área de estudio.

En el caso concreto de este trabajo, se trata de una asignatura de nivelación de un título de máster en Ingeniería Industrial. Es decir, es una asignatura que solo deben cursar los alumnos del máster que no tengan el grado de ingeniería industrial ya que es una asignatura obligatoria en este grado. Esto hace que los alumnos no sean muy numerosos, unos 15 alumnos, y que provengan de titulaciones de ingenierías tan dispares como mecánica, diseño industrial, eléctrica, química, energía, electrónica industrial y otras. Además es una asignatura que se aleja mucho, tanto de la temática del propio máster, como de las titulaciones de origen. Esto hace que, en general, los alumnos no conozcan prácticamente nada de esta área, y además, que tampoco estén muy interesados en estos temas a priori, e incluso duden que deba estar en el plan de estudios.

La asignatura tiene 6 créditos ECTS, es decir, unas 150 horas. De éstas, sólo 45 horas son en clase y 105 horas son fuera de clase. Se imparten 4,5 horas semanales durante 10 semanas, por lo que el curso está bastante comprimido. A esta misma asignatura en el grado de ingeniería industrial le corresponden 60 horas de clase y 90 fuera de clase. Esto hace que el alumnado de máster tenga que dedicar más horas fuera de clase, lo que no suele ser bien aceptado. Este trabajo resume la experiencia en los cursos 22/23 y 23/24. En el primero, la asignatura se impartía en dos sesiones a la semana de 3 y 1,5 horas, respectivamente, pero en este último se impartió en una sola sesión de 4,5 horas. Este último formato es más adecuado para la metodología que se va a emplear.

II. METODOLOGÍA EMPLEADA DURANTE EL CURSO

La metodología empleada en la asignatura está basada principalmente en el aprendizaje activo y colaborativo y sigue las directivas dadas en [8]. Las clases magistrales son sustituidas por material didáctico escrito y audiovisual. En clase, los alumnos realizan diferentes actividades, con un guión y una temporización muy detallados. Cada actividad suele tener

parte individual, y parte en pareja o grupos. La parte más teórica se aborda sobre todo mediante el método del puzle [9]. Sin embargo, la mayor parte del trabajo se realiza en el laboratorio en actividades de diseño e implementación en un simulador lógico, concretamente Logisim [10]. A continuación detallamos las principales actividades realizadas durante el curso.

A. Actividad introductoria al autoaprendizaje

Siguiendo la sugerencia de uno de los alumnos del curso 22/23, al comienzo de este curso se introdujo una actividad para presentar y justificar la importancia de desarrollar la capacidad del autoaprendizaje en la educación superior. Esta actividad se realizó en parejas. Aprovechamos también para explicar la importancia de la escucha activa en el trabajo en grupo y cómo ponerla en práctica en esta misma actividad.

Primero se le presenta un documento donde individualmente leen diferentes ventajas del desarrollo del autoaprendizaje en el contexto laboral actual. De estas ventajas eligen las cinco que más les convencerían para trabajar esta competencia y las usan por turnos para convencer a su compañero de hacerlo. Tras escuchar ambos argumentos se les pide que indiquen en el documento si van a tratar de desarrollar esta competencia. Todos contestaron que sí.

Posteriormente, se les presentan algunas estrategias claves para desarrollar esta competencia de manera efectiva. Se les indica también, que no todas las estrategias son válidas para todo el mundo y que es importante adaptarlas a sus necesidades a lo largo del proceso de aprendizaje. De entre todas estas estrategias, deben elegir cinco de ellas y explicar al compañero de qué forma van a ponerlas en práctica. Para completar la actividad, se le presenta una lista que enumera cuál debe ser la actitud del profesor para fomentar el autoaprendizaje en clases y se les pide que elijan las cinco que consideren más importantes. Finalmente, cada pareja debe consensuar con la pareja de al lado las 4 más importantes.

Esta actividad permite que conozcan los motivos por los que es importante que se hagan autónomos en el aprendizaje y les da estrategias para poder conseguirlo. Además, comienza a cambiar sus expectativas sobre lo que pueden esperar del profesor, y ayuda al profesor a conocer cómo prefieren ellos que se les apoye en el proceso de aprendizaje. No menos importante es el hecho de que se han comprometido explícitamente a trabajar esta competencia.

B. Actividades "teóricas"

Para estudiar los contenidos de cada tema, tienen disponible en el campus virtual diferentes tipos de material, desde apuntes y presentaciones, hasta vídeos cortos específicos o clases magistrales completas grabadas. Además se les anima a consultar la bibliografía recomendada o buscar otros recursos en la web. Es importante destacar que el material proporcionado no se ajusta completamente a los contenidos requeridos, siendo en general más amplio o con una terminología variada. Siendo alumnos de máster es importante que se enfrenten a situaciones más reales.

Antes de clase, se les pide que estudien ciertos contenidos concretos usando el material disponible y los foros para consultar dudas. Para algunos temas se le ofrecen también ejercicios resueltos, o con la solución, para poder auto-evaluarse. En clase, se realizan actividades para que discutan lo aprendido y los ejercicios con los compañeros.

Como se ha mencionado antes, los contenidos más teóricos se abordan principalmente usando el método del puzle [9]. En este método los estudiantes se dividen en grupos. A cada miembro del grupo, se le asigna una parte del tema que deben preparar individualmente para hacerse "expertos" en ese tema. En una segunda fase, se realiza una reunión de "expertos" en el mismo tema para resolver dudas y aclarar conceptos. Posteriormente, se reúnen los grupos iniciales para compartir lo que han aprendido con el resto del grupo. Finalmente se realiza una prueba para evaluar la comprensión de todas las partes del tema. Este método se usa para introducir los contenidos más teóricos de los últimos temas, cuando ya están formados los grupos definitivos. Estos temas son concretamente: dispositivos de entrada/salida, sistema de memoria y sistemas operativos.

C. Proyecto con el simulador

El hilo conductor de la asignatura es el diseño de un computador en el simulador lógico Logisim [10] que ya había sido usado en contextos muy parecidos [11]. Este trabajo lo realizan en grupos estables a lo largo de todo el cuatrimestre. Para dar una mayor variabilidad, las especificaciones del diseño no están cerradas completamente e incluso se les pone alguna condición diferente a cada grupo. Primero, realizarán el diseño completo de un procesador simple, posteriormente lo conectarán a algunos dispositivos básicos de entrada/salida, y finalizarán probando diferentes configuraciones de cache.

Partiendo de unas especificaciones básicas sobre los tamaños de datos, memorias e instrucciones mínimas, diseñan el repertorio de instrucciones (ISA) de un procesador monociclo y su codificación. Además el número de operandos explícitos en la instrucción se indica en particular para cada grupo. Deben entregar un informe incluyendo la definición de las instrucciones y su formato. Además un programa usando las instrucciones definidas que sirva para comprobar que las instrucciones funcionan correctamente. Este informe es evaluado formativamente por coevaluación.

Una vez validado el ISA reducido, pasan a implementar el camino de datos monociclo y la unidad de control cableada para las instrucciones incluidas en la definición del ISA. Estas instrucciones, al principio un número muy reducido, se irán ampliando a lo largo del curso para poder completar la funcionalidad del procesador. Como soporte a esta actividad, además del material típico incluido en cada tema, disponen de unos vídeos donde se implementa un procesador completo en logisim [12]. Además se les facilita una guía de los pasos y puntos claves que deben seguir para realizar la implementación.

Una vez el procesador es funcional, comienzan a trabajar con la simulación a más alto nivel (RTL), donde pueden es-

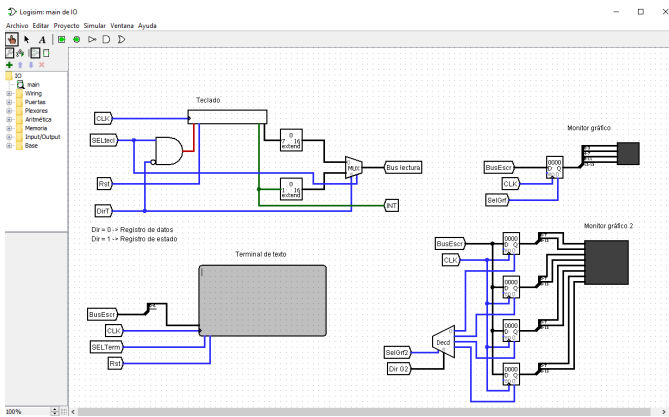


Fig. 1. Dispositivos de entrada/salida en Logisim

pecificar los elementos de memoria que quieren ver y realizan la simulación mediante una traza de un número elevado de ciclos de reloj. Se les pide que codifiquen y usen el programa de test para realizar un testeo más intensivo. Además de esto, se les pide la implementación de alguna función sencilla en ensamblador, por ejemplo, la multiplicación mediante suma y desplazamiento, y su simulación en el procesador. Para ello, deberán añadir alguna instrucción adicional en el procesador. También se les pide la implementación de instrucciones que permitan llamadas a subrutinas. En esta fase, aprenden elementos claves de programación en ensamblador así como la importancia de tener un ISA bien diseñado. Una vez terminada la fase anterior se les pide una entrega completa del procesador incluyendo la documentación completa sobre el ISA, cómo se ha realizado la implementación, los programas de testeo, etc. Esta entrega se usará para la evaluación sumativa.

En una siguiente fase, se les entrega una serie de dispositivos básicos de entrada/salida implementados en Logisim para que los conecten a su procesador. Deberán entregar un informe describiendo los trabajos realizados que contará para la evaluación sumativa. Al menos, deben conectar un dispositivo de entrada y otro de salida usando mapeo en memoria y *polling* como técnica de acceso. Además, deben diseñar también un programa que muestre cómo funcionan los dispositivos conectados, valorándose la complejidad y extensión de la demostración. Como posibles ampliaciones se les propone también mapear los dispositivos de forma aislada para lo que tienen que añadir instrucciones especiales de entrada/salida, y además, usar el sistema de interrupciones del teclado. Esto último implicaría hacer algunos cambios importantes en el procesador para tener un pin de entrada de interrupción. No obstante, sería un sistema de interrupciones básico porque pueden suponer que solo hay un dispositivo con señal de interrupción.

Los dispositivos que tienen disponibles se pueden ver en la Fig. 1 y son:

- El teclado, que permite introducir caracteres en ASCII y tiene un buffer de hasta 4 caracteres. Se ha diseñado para tener dos puertos, uno de lectura del estado, para

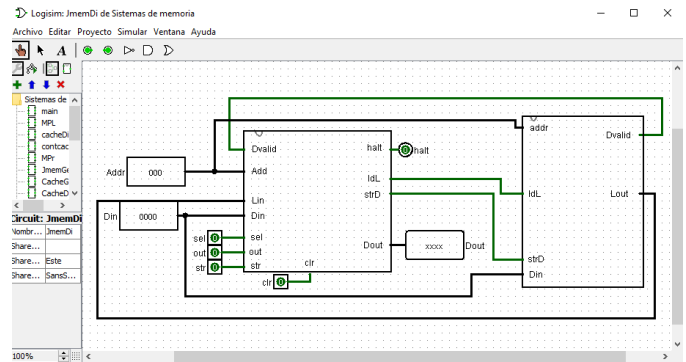


Fig. 2. Sistema de memoria en Logisim

saber si hay algún dato disponible, y otro para leer el dato propiamente dicho. Además el dispositivo cuenta con una línea de interrupción que indica cuándo hay caracteres para leer.

- El terminal de texto, que permite representar caracteres ASCII en una pantalla. Para ello, tiene un puerto de escritura, en el que se escribe el siguiente carácter que se quiere mostrar por pantalla.
- El monitor gráfico pequeño, que permite representar un gráfico de 4x4 píxeles. Cada bit de la entrada representa un píxel, por lo que tiene un puerto de escritura de 16 bits.
- El monitor gráfico grande, que permite representar un gráfico de 8x8 píxeles. Para ello, contiene 4 registros de entrada de forma que cada uno controla dos líneas de 4 píxeles cada una.

Hasta este momento no se han considerado los retardos de ningún elemento, ya que esto no está soportado por Logisim. Sin embargo para entender el concepto de memoria cache es importante que experimenten el coste temporal de leer de la memoria principal. Por ello, se propone sustituir la memoria RAM de su diseño, por una memoria RAM diseñada de forma que tarda varios ciclos en realizar los accesos. Usando la simulación RTL de logisim se les pide simular la ejecución de un programa con múltiples accesos a la memoria de datos y fijarse en la traza y el número de ciclos que necesita para ejecutarse cuando se usa la memoria normal y la que tiene retraso. Inicialmente se les pide un breve informe comentando ambos casos.

Para finalizar el trabajo con el simulador, se les facilitan dos sistemas de memoria como el representado en la Fig. 2 que además de la memoria principal incluyen una memoria cache. Los dos sistemas de memoria incluyen diferentes memorias cache como la que se muestra en la Fig. 3. Una es directa y la otra asociativa por conjuntos, aunque esto no se les dice a los estudiantes.

En este caso, se les pide utilizar programas con diferentes patrones de acceso para comparar el funcionamiento entre los tres diferentes sistemas de memoria (sin cache, con cache directa, con cache por conjuntos). Se pretende que experimenten con Logisim y observen el funcionamiento de

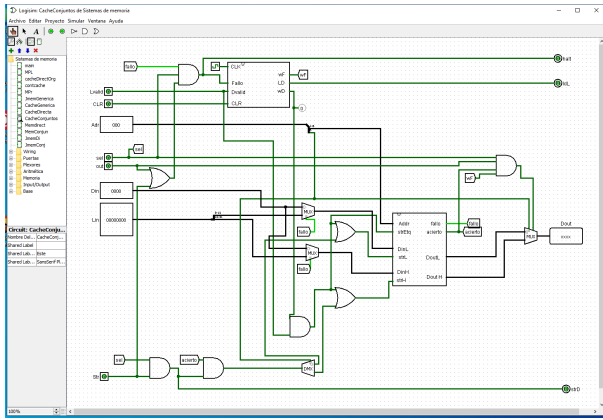


Fig. 3. Memoria cache en Logisim

los diferentes circuitos para profundizar en sus conocimientos sobre sistemas de memoria. Para esta actividad se les pide un informe de lo que hayan aprendido que también cuenta para la evaluación sumativa. Para ayudarlos a enfocar la tarea, manteniendo la flexibilidad, se les dan algunas ideas para realizar este informe:

- Caracteriza los diferentes sistemas de memoria: tamaño de bloque, tipo y tamaño de cache, vías, políticas de remplazo y escritura,...
- Estadísticas con las diferentes memorias: dado un programa, frecuencia de acierto y fallo, tiempo medio de acceso, penalización por fallo,...
- Diferentes patrones de acceso (programas): que minimicen o maximicen el índice de fallos en cada tipo de cache, o que funcionen claramente mejor en un tipo que en otro.
- Cambios en el HW para crear diferentes sistemas de memoria y estudiar su comportamiento: cambios en el tamaño de líneas, tamaño total de la cache, política de remplazo o escritura, unificar la memoria principal...

III. SISTEMA DE EVALUACIÓN

La mayoría de las actividades realizadas por los alumnos incluyen un proceso de evaluación diseñada con el propósito de apoyar su formación pero no de obtener una calificación. Es decir, se centran en destacar qué está bien hecho, qué se podría mejorar, y cuáles son los principales errores, pero no se le asigna ninguna calificación. Entre otros aspectos, esto ayuda a que el alumno se sienta en un entorno más seguro y vaya perdiendo el miedo a equivocarse, que suele estar siempre presente al inicio del curso. Además, esta evaluación "formativa" no la realiza siempre el profesor, sino que se realiza también mediante evaluación por pares o autoevaluación. Esto es fundamental para conseguir una verdadera autonomía en el aprendizaje. En general, nos encontramos con unos estudiantes acostumbrados a tener siempre como referencia la figura del docente como poseedor de la "verdad". Sin embargo, el autoaprendizaje se apoya en la autoevaluación o la evaluación entre iguales.

Para la evaluación sumativa de la asignatura se utilizan varios componentes que se distribuyen a lo largo de todo el curso. Concretamente la nota final se calcula utilizando la siguiente distribución:

- 10% por realizar todas las entregas (individuales y en grupo) en la fecha y forma que se establezcan. Si esto no ocurre en al menos el 80% de los casos la asignatura se califica como "No presentado". La calificación de esta componente se decrementa en función del número de entregas no realizadas en el tiempo y/o formato especificado. De esta forma, resaltamos la importancia de realizar todas las actividades cuando están planificadas y al mismo tiempo que equivocarse es una parte fundamental del aprendizaje.
- 40% por las entregas finales que se solicitan en el proyecto. Concretamente, el procesador final, su conexión con los dispositivos de entrada salida y el análisis de los sistemas de memoria. Para cada entrega se tienen en cuenta los diseños realizados y la documentación aportada. La calificación de este apartado será la misma para todos los integrantes del grupo.
- 40% por las pruebas individuales de conocimientos básicos de cada tema. Estas pruebas permiten constatar que individualmente se han adquirido una serie de conocimientos mínimos correspondientes a cada tema. Salvo para el tema del diseño del procesador, se trata de una prueba tipo test realizadas en el CV. Para el caso del tema del procesador, la prueba consiste en añadir una nueva instrucción simple a su propio procesador. En caso de que alguna de las pruebas no se supere, se ofrece la posibilidad de realizar otro test del tema correspondiente.
- 10% por actitud y participación en clase y dentro de los grupos de trabajo. La primera parte se determina según lo observado por el profesor en la clase, mientras que para la segunda parte se usa una encuesta realizada a cada alumno donde tienen que evaluar el desempeño de varios aspectos tanto de sus compañeros como de si mismo dentro del grupo de trabajo.

Como medida de evaluación adicional, al final del curso, se les pide a los alumnos entregar una reflexión sobre qué ha aprendido en la asignatura, y que debería haber aprendido mejor, así como qué calificación numérica creen que se merecen. Esta entrega no forma parte de la evaluación sumativa, pero sirve para ver hasta que punto son capaces de autoevaluarse, capacidad fundamental en el autoaprendizaje. Se puede ver, en general, que existe una gran correlación entre la nota que ellos perciben y la que realmente obtienen. Esto refleja en gran medida el grado de madurez alcanzado por estos alumnos. No obstante también aparecen casos puntuales de alumnos demasiado optimista o pesimistas.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

Para analizar los resultados de la experiencia vamos a empezar fijándonos en algunos parámetros más objetivos. Primero, podemos destacar que la tasa de éxito (aprobados frente a presentados) en ambos cursos fue del 100%. Gracias

a la evaluación continua y al reducido número de alumnos es fácil aplicar medidas correctoras cuando se ve que algún alumno no va del todo bien. De forma similar la tasa de rendimiento (aprobados frente al total de matriculados) es también bastante elevada, situándose en el 93% en el curso de 22/23 y en el 87% en el curso 23/24. La propia dinámica de trabajo hace que los estudiantes que decidan seguir la asignatura desde un principio ya no la dejen. De hecho, la asistencia a clase se mantuvo en el 100% en casi todas las sesiones, salvo algunas faltas puntuales por causas justificadas. La tasa de rendimiento no es del 100% porque algunos estudiantes no llegan a venir a clase o abandonan en las dos primeras semanas.

En concordancia con los otros parámetros, las calificaciones obtenidas son también elevadas. La nota media entre todos los alumnos fue de 7,7 en el primer curso y de un 8,2 en el segundo, con una desviación estándar de 1,1 en ambos casos. El trabajo continuo en las diferentes actividades fuerza a los estudiantes a aprender y esto hace que tengan éxito en las diferentes pruebas de evaluación. Además, si esto no es así tienen la oportunidad de resolverlo antes de que acabe el curso.

Además de los indicadores objetivos mencionados anteriormente, contamos con una serie de encuestas realizadas al alumnado en distintos momentos del curso para ayudarnos a entender la percepción que tienen estos sobre la asignatura. Además, contamos con el diario de aprendizaje de los alumnos que, entre otras cosas, nos da una medida bastante objetiva del tiempo que le han dedicado a cada actividad durante el curso. También disponemos de la autoevaluación de los grupos que nos ayuda a entender cómo han funcionados estos.

El primer día de la asignatura los estudiantes hicieron dos encuestas anónimas, antes y después de la presentación de la asignatura, para poder establecer sus conocimientos de partida y entender sus expectativas respecto a la asignatura. En general, son preguntas abiertas sobre sus conocimientos previos, lo que esperan aprender, su grado de compromiso con la asignatura y la nota a la que aspiran. En mitad del curso, cuando llevamos un tercio y dos tercios del curso, se les hace otra encuesta anónima para pensar como es la evolución de este. Son sólo dos preguntas abiertas que deben contestar en 2 minutos, "¿qué ha sido lo mejor del curso hasta ahora?" y "¿qué ha sido lo peor y debe cambiarse lo antes posible?". Los resultados de esta encuesta se presentan en la clase siguiente y se comentan, justifican y se toman medidas si es necesario.

Finalmente, el último día de clase, junto con otras evaluaciones, se hace otra encuesta anónima con tres preguntas abiertas para que escriban su opinión sobre cualquier aspecto de la asignatura, cómo la mejorarían y la labor del profesor. De la primera de estas preguntas se puede extraer fácilmente la valoración general que los alumnos hacen de la asignatura y qué aspecto es el que más les llama la atención. En la gran mayoría de los casos los comentarios de esta pregunta hacen referencia a la metodología o aspectos directamente relacionados con esta, como la carga de trabajo en casa. De acuerdo a las respuesta de esta pregunta, en ambos cursos, la mayoría de los alumnos tienen una percepción positiva ante

la asignatura siendo más positivas en el segundo curso. En este segundo curso el 84% de los alumnos están contentos con la asignatura y un 50% de estos están muy contentos, con comentarios del tipo "Me ha gustado la asignatura aunque no tenía muchas expectativas" o "Lo aplicaría a otras asignaturas" refiriéndose al método. Un 15% en el primer curso y un 8% en el segundo tienen respuestas contradictorias en el sentido de que les ha gustado aprender de esa forma pero que le parece radical que el profesor no de clases magistrales o que la carga de trabajo ha sido demasiada. Un 23% en el primer curso y solo un 8% en el segundo tiene una percepción negativa de la asignatura. Las opiniones negativas son provocadas, sobre todo, por la dificultad inicial de enfrentarse al nuevo paradigma y una carga de trabajo a la que no están acostumbrados. Todos estos problemas no son nuevos y suelen aparecer siempre que se usa este tipo de metodología [13] [14]. Añadir también que, en nuestro caso particular, entre algunos alumnos existe la creencia de que esta asignatura es "de segunda categoría" y trata temas que no están relacionados con el máster, por lo que, para ellos, tener que dedicarle tanto esfuerzo no tiene sentido.

TABLE I
RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS INTERMEDIAS

Lo más positivo del curso	22-1	22-2	23-1	23-2
Ver que estoy aprendiendo	36%	31%	18%	60%
El trabajo en equipo	14%	15%	36%	20%
El autoaprendizaje, dinamismo, práctico	50%	46%	36%	10%
Otros	0%	8%	9%	10%
¿Qué habría que cambiar?	22-1	22-2	23-1	23-2
La carga de trabajo en casa	57%	31%	36%	40%
Ajustes para reducir el autoaprendizaje	36%	46%	55%	20%
Otros	7%	15%	9%	10%
Nada	0%	8%	0%	30%

En general, muchos alumnos se sienten algo perdidos y frustrados al principio, pero conforme van adquiriendo el hábito de trabajar semanalmente y descubriendo que realmente van aprendiendo, van apreciando cada vez más la asignatura y su metodología. Esto se observa mejor usando los resultados de las encuestas rápidas realizadas durante el curso. En la Tabla I hemos hecho un resumen de las respuestas obtenidas en estas encuestas realizadas en los dos cursos descritos en esta experiencia. Las respuestas son libres pero las hemos agrupado en las diferentes categorías representativas que aparecen en la tabla. Para que sea más fácil comparar entre cursos, los resultados se indican en porcentaje en lugar de los valores absolutos. En la parte positiva, es interesante ver cómo, en el primer tercio del curso, una mayoría de alumnos ve la metodología seguida, incluyendo el trabajo en equipo, como lo mejor de la asignatura. Sin embargo, en el segundo tercio del curso 2023, es el hecho en sí de estar aprendiendo lo que consideran lo mejor. Esto indica que aprecian el hecho de aprender por sí mismo y también se alinea con la idea de que el autoaprendizaje fomenta su motivación intrínseca.

En la parte negativa o mejor dicho de lo que ellos consideran que debería cambiarse, la cantidad excesiva de trabajo en casa es una constante que preocupa a un número considerable de

alumnos. Esto es más acusado en la primera parte del curso 2022, donde realmente hubo una exigencia mayor que en el curso siguiente. Si miramos los datos de horas dedicadas a la asignatura en casa del diario de aprendizaje, efectivamente se puede comprobar que de media en ese curso emplearon 94 horas en total en casa, mientras que en el curso 2023, este valor bajó a 78 horas. Esta diferencia de horas se debe sobre todo a los ajustes realizados en la planificación en base a la experiencia del primer año. Hay que destacar que en ambos casos, el número de horas está por debajo de las 105 horas que teóricamente les corresponden por los créditos asignados, pero es cierto que en el curso 22/23 algunos alumnos se situaron por encima de este valor.

La otra categoría más contestada es la que engloba diferentes medias propuestas para reducir el grado de autoaprendizaje, del tipo "que el profesor explique más". En el curso 23/24 se puede observar cómo en la primera encuesta más del 50% de los estudiantes prefieren que se reduzca el nivel de autoaprendizaje. Sin embargo, este número se reduce hasta el 20% en la segunda encuesta. Esto, unido al hecho de que en esta segunda encuesta un 30% de estudiantes contesta que no se debería cambiar nada en la asignatura, nos confirma que al principio muchos estudiantes tiene cierta resistencia a la nueva metodología pero conforme avanza el curso se vencen estas resistencias y ven los beneficios de hacer las cosas de otra forma. Esto, sin embargo, no se observa en el curso 22/23 donde incluso, donde el número de alumnos que desea reducir el nivel de auto aprendizaje crece en la segunda respuesta. Nos gustaría poder decir que esta mejor percepción de la metodología en el segundo curso se debe únicamente a la incorporación de la actividad de introducción al autoaprendizaje descrita anteriormente (ver II-A). Sin embargo, no puede atribuirse únicamente a esta actividad, ya que no ha sido el único cambio del curso. En particular la experiencia del curso anterior ha permitido una mejora importante en la planificación y el diseño de las actividades de este. Además, este curso se realizó un taller de trabajo en grupo que ha ayudado a mejorar el funcionamiento de los grupos de trabajo. También destacar que en un grupo de alumnos tan reducido, la influencia de las características personales individuales y de las interacciones que se generan, no pueden eliminarse del estudio. No obstante creemos que esta actividad, que recordemos fue sugerida por un alumno del curso anterior, ha ayudado a los alumnos a afrontar el reto con una actitud más positiva desde el principio. Esto sin duda ha contribuido a que la experiencia de aprendizaje sea, en general, más satisfactoria.

V. CONCLUSIÓN

El cambio de paradigma no está exento de problemas. Los alumnos se resisten, principalmente al principio, a que el profesor no explique, y se limite a ponerles actividades, resolver algunas dudas, y evaluar formativamente algunas de estas actividades. Su percepción de una elevada carga de trabajo también suele ser un problema, aunque esta se debe, sobre todo, a una mala distribución del trabajo en los grupos

y a la adaptación al cambio de paradigma. Sin embargo, el nivel de motivación en clase es muy elevado y, la mayoría, terminan apreciando la metodología. Al final de curso una gran mayoría de los estudiantes reconoce que han aprendido mucho y algunos opinan que esta metodología debería aplicarse en otras asignaturas. La tasa de éxito de la asignatura es del 100% y la mayoría obtienen buenas calificaciones. Valorando todos los aspectos negativos y positivos creemos que la apuesta por una enseñanza centrada en el autoaprendizaje ha merecido la pena.

REFERENCES

- [1] D. Boud, *Developing student autonomy in learning: 2. ed*, 2nd ed. London u.a: Kogan Page u.a, 1988.
- [2] C. Chang-Tik, G. Kidman, and M. Y. Tee, *Collaborative active learning : practical activity-based approaches to learning, assessment and feedback*. Singapore: Palgrave Macmillan, 2022.
- [3] J. Molleda, R. Usamentiaga, and J. Entrialgo, "Wikiquiz: Estrategia colaborativa para fomentar el aprendizaje autónomo del alumno," in *Jornadas de intercambio de experiencias en docencia universitaria en la Universidad de Oviedo*. Instituto Universitario de Ciencias de la Educación de la Universidad de Oviedo, 2007, pp. 383–394.
- [4] R. Rengel, M. J. Martín, and B. G. Vasallo, "Supervised coursework as a way of improving motivation in the learning of digital electronics," *IEEE Transactions on Education*, vol. 55, no. 4, pp. 525–528, Nov 2012.
- [5] F. Shahnia and H. H. Yengejeh, "Various interactive and self-learning focused tutorial activities in the power electronic course," *IEEE Transactions on Education*, vol. 62, no. 4, pp. 246–255, 2019.
- [6] F. Campos, J. Chato-Astrain, D. Sánchez, O. García-García, C. Blanco, D. Durand, M. Martín-Piedra, and M. Sánchez-Quevedo, "Implementación de un modelo de aula invertida para el autoaprendizaje de la ingeniería tisular en el grado de farmacia," *Educación médica*, vol. 24, no. 3, pp. 121–, 2021.
- [7] A. Pérez de Albéniz Iturriaga, E. Escolano Pérez, M. T. Pascual Sufrate, B. Lucas Molina, and S. Sastre i Riba, "Metacognición en un proceso de aprendizaje autónomo y cooperativo en el aula universitaria," 2015.
- [8] M. Valero and J. Domingo, *Técnicas de Aprendizaje Cooperativo y Aprendizaje Basado en Proyectos*, 2017.
- [9] E. Aronson, N. Blaney, C. Stephin, J. Sikes, and M. Snapp, *The Jigsaw Classroom*. Beverly Hills, CA: Sage Publishing Company, 1978.
- [10] C. Burch, "Logisim," 2014, <http://www.cburch.com/logisim/> [Accedido:18/03/2024].
- [11] D. Bañeres, I. Bermejo, R. Clarisó Viladrosa, J. Jorba, M. Serra, F. Santanach, and A. Rodríguez, "Entorno de soporte para el autoaprendizaje en el diseño de circuitos digitales," in *Actas de las XVII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI 2011*, Sevilla, jul 2011.
- [12] F. Corbera, "Procesador simple," 2020, <https://www.ac.uma.es/corbera/procesadorsimple/web/index.html> [Accedido:18/03/2024].
- [13] M. Valero, "Challenges, difficulties and barriers for engineering higher education," *Journal of Technology and Science Education*, vol. 12, no. 3, pp. 551–566, 2022. [Online]. Available: <https://www.jotse.org/index.php/jotse/article/view/1696>
- [14] A. Font Ribas, L. Caballol Angelats, M. Gual Dalmau, R. Guasch Martorell, S. Gómez Trinidad, J. Morales Barceló, C. Pont Viladomiu, and A. Enzler Fandós, "Las dificultades del aprendizaje autónomo en un contexto de ABP," *Revista de Educación y Derecho*, no. 01, jun. 2011. [Online]. Available: <https://revistes.ub.edu/index.php/RED/article/view/2222>