

METODOLOGÍA ABP EN EL CONTEXTO DE LA INGENIERÍA DE LA SALUD: APLICACIÓN EN LA ASIGNATURA DE SISTEMAS DE REHABILITACIÓN Y AYUDA A LA DISCAPACIDAD

JUAN PEDRO DOMÍNGUEZ MORALES

*Dpto. de Arquitectura y Tecnología de Computadores
Universidad de Sevilla.*

DANIEL GUTIÉRREZ GALÁN

*Dpto. de Arquitectura y Tecnología de Computadores
Universidad de Sevilla.*

ELENA CEREZUELA ESCUDERO

*Dpto. de Arquitectura y Tecnología de Computadores
Universidad de Sevilla*

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo se centra en el contexto docente de la asignatura llamada Sistemas de Rehabilitación y Ayuda a la Discapacidad (SRAD), la cual se imparte en el cuarto curso del Grado en Ingeniería de la Salud, cuyo plan de estudios conforma junto con otras asignaturas. Dicho grado ha tenido un origen muy reciente, y es gracias al apoyo de diversas instituciones que haya podido crecer y tener el éxito que actualmente alberga entre los alumnos. En concreto, se originó en 2011, promovido por el Campus de Excelencia Internacional Andalucía Tech, que está integrado por la Universidad de Málaga y la Universidad de Sevilla. El Grado en Ingeniería en Salud enmarcado en el programa de estudios anteriormente mencionado tiene como objetivo cubrir un perfil profesional básico que permita a los egresados acometer actividades orientadas a diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar sistemas, instalaciones y procesos en el ámbito de la Salud²⁷³. El grado se estructura en dos

²⁷³ Información obtenida de la web oficial del Grado en Ingeniería de la Salud (<https://bit.ly/3kWKzYQ>)

ciclos principales. Por un lado, el primer ciclo, el cual es común a todos los estudiantes del grado, ocupa los dos primeros años de la titulación, y reúne todas aquellas asignaturas transversales que suponen conocimientos básicos de cara a asentar las bases de una serie de conceptos que más tarde se terminarán de explotar de forma más específica en el segundo ciclo. En particular, gran parte de las asignaturas que podemos encontrar en este primer ciclo están relacionadas con conceptos básicos y claves muy abiertos, como, por ejemplo, el álgebra, la física, la estadística, la introducción a la programación y el cálculo, los cuales podemos encontrar como base a cualquier grado en Ingeniería. Sin embargo, también se empiezan a estudiar materias más específicas del grado en el que se enfoca este trabajo, principalmente aquellas relacionadas con la fisiología, la biología y la anatomía.

En el segundo ciclo, el cual representa los dos últimos años del grado, todo alumno debe elegir una de las tres posibles menciones que se ofrecen, a destacar entre Ingeniería Biomédica, Informática Clínica y Bioinformática (sólo las dos primeras se ofrecen en la Universidad de Sevilla). El detalle de las asignaturas a cursar dependerá de la mención elegida por el alumno en el Grado de Ingeniería de la Salud. Para la obtención del título es obligatorio completar alguna de las menciones. Por tanto, cada una de estas menciones ofrece una especialidad y un conjunto de materias distintas en su correspondiente plan de estudios. En el segundo ciclo, por consiguiente, se compone de asignaturas mucho más específicas que aquellas vistas durante el primero, y tiene como objetivo ahondar en conceptos más profundos y avanzados.

En el caso de la mención en Informática Clínica, las asignaturas impartidas están en mayor medida relacionadas con el desarrollo software, el mantenimiento de infraestructuras de datos y el procesamiento de estos en ámbitos hospitalarios y clínicos. Por otro lado, el perfil de los alumnos que cursan la mención en Ingeniería Biomédica está focalizado en aunar fuerzas entre un perfil más parecido al que pudiera tener un Ingeniero en Electrónica o en Hardware, pero aplicado al ámbito sanitario, donde el alumno centra sus estudios en diseñar y desarrollar sistemas y equipamiento de instrumentación, dispositivos relevantes para toda instalación hospitalaria y sanitaria, entre muchas otras.

Es esta última mención, Ingeniería Biomédica, aquella en la que se imparte la asignatura objeto de estudio en este trabajo. La asignatura en cuestión, SRAD, forma parte de las materias optativas de cuarto curso, las cuales suponen más de un 60% del total de dicho curso. SRAD tiene como objetivos fomentar y promover la formación en Design for All (DFA), accesibilidad y tecnologías relacionadas con la rehabilitación (Scherer y Glueckauf, 2005) (Clarkson, et al., 2013) (Cook y Polgar, 2014). La presente asignatura tiene un papel fundamental en la concepción, diseño y desarrollo de sistemas capaces de proveer facilidades a pacientes con dificultades concretas debido a una discapacidad, al igual que al diseño y desarrollo de sistemas enfocados a la rehabilitación de pacientes que sufran de alguna dolencia específica. Los conocimientos impartidos en la asignatura pueden sentar las bases y definir el futuro laboral del estudiante, como hemos podido observar en alumnos egresados que han entrado de lleno en el tejido laboral en empresas altamente relacionadas con los contenidos teórico-prácticos impartidos, al igual que abrioles la mente ante temas con un muy alto impacto social y que están, desde hace unos años, tomando cada vez un mayor protagonismo.

SRAD se compone de un total de 4.5 créditos ECTS de docencia, lo cual representa 45 horas en total. De estas 45 horas, 30 de ellas están destinadas a las sesiones de laboratorio, mientras que los 15 restantes corresponden a clases magistrales con los contenidos teóricos. Debido a que la carga docente en las sesiones de laboratorio es el doble que en las de teoría, el foco de la asignatura se centra en mayor medida en el primero de los dos bloques. El carácter eminentemente práctico que se le da a la asignatura permite a los alumnos trabajar y participar de forma activa en las sesiones de laboratorio desarrollando un trabajo colaborativo siguiendo la metodología de aprendizaje basada en proyectos (ABP) (Dolmans, et al., 2005) (Duch, Groh y Allen, 2001) (Solomon, 2003) (Cerezuela-Escudero, et al., 2014), que, avalada por varios estudios y trabajos de investigación, ha demostrado su validez a de cara a que los estudiantes interioricen competencias transversales relativas al trabajo en equipo y a la resolución de problemas que puedan surgir en

un entorno colaborativo (Gómez, 2005) (Escribano y Del Valle, 2015) (Labra, et al., 2011) (Calvo, López-Guede, Zulueta, 2010).

En este trabajo, describimos la metodología de aprendizaje diseñada para las prácticas de laboratorio de la asignatura SRAD en el contexto de la docencia en el Grado en Ingeniería de la Salud en la Universidad de Sevilla. Se aportan resultados tanto cuantitativos como cualitativos de la experiencia de los docentes en los últimos años, así como de los resultados académicos de los alumnos.

El texto restante de este trabajo se estructura siguiendo los siguientes apartados: en el apartado 2. Objetivos, se presentan los objetivos principales del trabajo. A continuación, en el capítulo 3. Metodología, se presentan tanto la estructura de los contenidos prácticos de la asignatura (3.1. Estructura de los contenidos), como la metodología docente aplicada a ésta (3.2. Metodología docente). Tras esto, en la sección 4. Resultados, se exponen los resultados obtenidos en la evaluación estudiada para este trabajo, analizando y reportando datos tanto cuantitativos a nivel de evaluación de los alumnos como cualitativos, relativos a la motivación y la implicación de estos en la asignatura objetivo de este estudio. Los resultados obtenidos se ponen en contexto y se discuten en la sección 5. Discusión, donde se aporta una opinión tanto personal por parte de los docentes como objetiva derivada de los resultados adquiridos en la anterior sección. Finalmente, en la sección 6. Conclusiones, se aportan unas breves líneas detallando algunas de las principales conclusiones obtenidas tras la realización de este trabajo.

2. OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo pueden ser estructurados en dos bloques principales. En primer lugar, detallaremos los objetivos generales, los cuales plantean un escenario mucho más genérico y sin ahondar en detalles técnicos de la asignatura a la que va destinada este estudio. Por otro lado, expondremos los objetivos específicos que se plantearon en este trabajo, que corresponden a conceptos que ahondan en mayor medida con respecto al primer bloque de objetivos generales.

2.1 OBJETIVOS GENERALES

Los objetivos generales de este trabajo pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Fomentar la participación en grupo de los alumnos, permitiéndoles cooperar entre ellos, establecer relaciones personales y laborales y habilitándoles un entorno cercano al empresarial, donde cada alumno desempeñe un rol clave en el desarrollo del proyecto.
- Fomentar la comunicación oral de los alumnos. Se pretende conseguir una comunicación continua tanto entre los miembros del grupo como con el profesor.
- Dar a conocer a los alumnos unas pautas de elaboración de documentaciones técnicas completas, siguiendo una serie de índices clave habituales y que puedan servirles más adelante para la elaboración tanto del Trabajo Fin de Grado como para su futuro profesional.
- Fomentar la participación de los estudiantes en exposiciones orales. Por medio de los distintos elementos de evaluación propuestos, que incluyen un elevator pitch (Gaffey, 2014) y una presentación del proyecto, se pretende afianzar la confianza de los alumnos en este tipo de exposiciones orales.
- Instruir a los alumnos en campos de conocimiento de un fuerte impacto social que cada vez son más importantes en la sociedad y están más presentes que nunca en el día a día.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Utilizar una metodología docente eminentemente práctica, donde el alumno pueda ver la aplicación directa de los conceptos trabajados en las sesiones magistrales de teoría y así afianzar los conceptos estudiados.
- Poner al alumno en una situación real donde tiene que enfrentarse a un desarrollo hardware/software desde cero. De esta

forma, debe planificar y establecer una serie de pasos bien estructurados para su correcto desarrollo.

- Introducir y familiarizar al alumno en un entorno de trabajo con elementos hardware y con interfaces de usuario distintas a las que están acostumbrados a usar.
- Integración de partes individuales elaboradas por cada alumno en un proyecto completo para formar un sistema final.
- Ser capaces de elaborar un sistema de ayuda a la discapacidad o de rehabilitación por medio de los materiales trabajados en la asignatura u otros conocidos por el alumno
- Incrementar la motivación del alumnado por medio del trabajo en grupo y de la realización de un proyecto completo desde cero, donde el alumno puede ir viendo de primera mano los avances realizados y la evolución del mismo.
- Incrementar el número de alumnos interesados en la asignatura gracias a la dinámica seguida durante las sesiones de laboratorio y a la importancia de la materia en el futuro laboral de los estudiantes.

Con esto, quedan definidos los objetivos de la metodología docente expuesta en este trabajo, tanto a nivel global como aun nivel más específico. A continuación, pasémos a describir en qué consiste dicha tecnología y cómo se ha llevado a cabo su implantación, junto con los resultados obtenidos tras aplicarla.

3. METODOLOGÍA

Este apartado se ha organizado seguido una división en dos apartados principales. En primer lugar, se presenta la estructura de los contenidos prácticos que se han considerado para las sesiones de laboratorio de la asignatura SRAD en los últimos cursos. Esta estructura ayudará a tener una visión tanto global como específica de los conceptos impartidos, además de tener claras qué sesiones se dedican a qué contenidos. En segundo lugar, se detalla la metodología docente llevada a cabo durante

las sesiones de laboratorio de la asignatura. En particular, se especifica de forma exhaustiva cada una de las partes en las que se divide el proyecto principal de la asignatura, junto con la forma en la que se evalúa todo el contenido práctico de ésta.

3.1 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS PRÁCTICOS

Al igual que en muchas de las otras asignaturas impartidas en el grado de Ingeniería de la Salud, los contenidos prácticos impartidos en las sesiones de laboratorio de SRAD complementan los contenidos estudiados en las clases teóricas de la asignatura. En particular, son las tres primeras clases de laboratorio las que más se acercan y se entrelazan con los contenidos teóricos. El resto de las sesiones, por el contrario, intentan aportar algo más, acercando al alumno a un proyecto más cercano a lo que sería un trabajo de desarrollo e investigación, siempre centrado en los márgenes lógicos en los que se enmarca la asignatura. En particular, y de cara a definir los contenidos de cada práctica de forma más específica, podemos hacer una estructuración de las sesiones de laboratorio atendiendo a los siguientes puntos:

- La accesibilidad web es un concepto que lleva teniendo bastante repercusión durante muchos años y al que cada vez se le da más importancia. Este concepto propone el diseño de interfaces y aplicaciones que sean accesibles y navegables por usuarios dentro de un amplio espectro, incluyendo usuarios con cualquier tipo de deficiencia que le impida disfrutar del contenido que se representa en la web. Esta sesión práctica se alinea con los contenidos vistos en las clases magistrales, y en ella los alumnos conocen y hacen uso de una serie de herramientas software que reportan y dan indicativos sobre cómo de accesible es una web. Estas herramientas, además, aportan un informe mostrando los principales errores cometidos en dicho sitio web analizado, en qué repercuten, a qué tipo de usuarios afecta y cómo podría solucionarse. La cantidad de herramientas existentes para este fin son numerosas, pero en esta práctica nos centramos en que los alumnos prueben las

aplicaciones Google Lighthouse²⁷⁴ y y Web Accesibility Evaluation Tool (WAVE)²⁷⁵, dos de las herramientas más utilizadas en este ámbito, y la primera de ellas siendo desarrollada por la empresa Google específicamente para el desarrollo web, dando soporte a los desarrolladores a utilidades para medir y mejorar la accesibilidad de su sitio web.

Tras la primera sesión, la segunda clase plantea una serie de contenidos muy relacionados, salvo que en vez de quedarnos únicamente en la accesibilidad en entornos web, pasamos a trabajar sobre la accesibilidad en cuanto a interfaces de control. Esto es, una serie de herramientas tanto software como hardware que permiten tanto habilitar como mejorar el control y el manejo de diversos dispositivos como un ordenador o un smartphone. Entre todas ellas, nos centramos principalmente en el control del mouse y el teclado de un ordenador por medio de diversas interfaces, incluyendo control por voz, visual y ocular, y por medio de botones. Entre ellas, Camera Mouse²⁷⁶ nos permite el control del ratón junto con el uso de una cámara web. Por otro lado, un simple micrófono nos va a permitir tanto dar comandos de voz a un asistente personal como Cortana, Siri o Google Assistant para abrir aplicaciones, como controlar el mismo ratón por medio de dichos comandos. Junto a esto y el uso de otras interfaces como el teclado en pantalla, la práctica culmina experimentando con una interfaz específica llamada Tobii 4C²⁷⁷ especialmente enfocada a controlar el ordenador por medio de control ocular, o eye tracking (Majaranta, 2011) (Razheva, Rozaliev, Orlova, 2019). Todos estos dispositivos son proporcionados por el profesor de dicha sesión de laboratorio, de forma que los alumnos puedan disfrutar de su uso en el aula de manera completamente libre,

²⁷⁴ Google Lighthouse: <https://bit.ly/3BOcocW>

²⁷⁵ Web Accesibility Evaluation: <https://bit.ly/3h3altm>

²⁷⁶ Camera Mouse: <https://bit.ly/3tkNpLi>

²⁷⁷ Tobii 4C: <https://bit.ly/3DQsN22>

probando así las distintas aplicaciones y experimentando con cada una de ellas de forma individual.

- En la tercera sesión práctica de la asignatura, si bien trabajamos con una interfaz de control comercial llamada Leap Motion, la idea es proporcionar al alumno una idea general sobre el desarrollo de un sistema de control y/o rehabilitación más complejo y personalizado partiendo de unas herramientas dadas. En este caso, el fabricante del dispositivo Leap Motion proporciona una serie de librerías abiertas con toda la documentación necesaria para su uso en un entorno basado en .NET. Por tanto, con esas librerías y el uso del dispositivo, se plantea elaborar un proyecto en el entorno de desarrollo Visual Studio que nos permita controlar el ratón mediante gestos de ambas manos. El proyecto que se les entrega está prácticamente vacío, exceptuando la configuración básica de la librería del dispositivo Leap Motion que, mediante un boletín y unos comentarios incluidos en el código, los alumnos deben ser capaces de terminar, al mismo tiempo que desarrollan unas funciones simples y bien comentadas en el código para el manejo del hardware. La sesión, por tanto, está pensada e ideada de forma que sea lo más gratificante posible para el alumno, ya que pequeños pasos en el desarrollo suponen grandes hitos a cumplir, que pueden comprobarse de forma directa y visual por medio del uso de la aplicación software y de la comunicación con el dispositivo de interfaz de entrada.
- El resto de sesiones prácticas (dando lugar a un total de 9 sesiones) están destinadas al desarrollo de un proyecto colaborativo. Es aquí donde se aplica la metodología ABP, favoreciendo a que los alumnos ideen, lleven a cabo, documenten y presenten un proyecto directamente relacionado con los contenidos teórico-prácticos estudiados en la asignatura. Debido a la relevancia en cuanto a número de sesiones prácticas dedicadas a la realización de este proyecto, la importancia de éste a nivel de evaluación es notoria frente al resto de elementos,

como explicaremos y podremos ver en la siguiente subsección de este capítulo.

Tras todas las sesiones mencionadas anteriormente, se destina una última antes de cerrar la evaluación alternativa donde los alumnos presentan de forma oral el proyecto desarrollado durante la mayor parte de las sesiones prácticas de la asignatura. Dicha presentación se realiza frente a un tribunal, que evalúa la calidad del trabajo realizado, su relación con los contenidos de la asignatura, la seguridad mostrada, y la capacidad de resolución de problemas y cuestiones propuestas por el tribunal. En la siguiente sección, se detalla la metodología docente aplicada en las clases de laboratorio. Debido a que la mayor cantidad de sesiones prácticas están dedicadas al proyecto final de la asignatura, centraremos principalmente dicha sección en éste.

3.2 METODOLOGÍA DOCENTE APLICADA

Como se ha introducido en anteriores secciones de este trabajo, existen dos bloques principales en los que podríamos dividir las sesiones de laboratorio de la asignatura. Por una primera parte, las tres primeras prácticas están muy enfocadas al trabajo de algunos conceptos particulares como la accesibilidad y las interfaces de control, donde los alumnos se encuentran con un boletín autoexplicativo que incluye todo lo necesario para que, junto con las herramientas software y hardware proporcionadas por el profesor, el alumno sea capaz de completar y cumplir con los requisitos propios de dichas sesiones. Una memoria de la práctica entregable en cada una de estas sesiones donde el alumno reúne la experiencia obtenida y los distintos hitos completados del boletín da lugar a un total del 20% de la evaluación continua.

Como se ha mencionado en anteriores secciones, un total de nueve sesiones son las que engloban el grueso de la asignatura. Estas nueve clases pueden subdividirse de forma orientativa, según el objetivo de dicha sesión. En concreto, la primera clase sirve a modo de introducción al proyecto, y es aquí donde se les presenta a los alumnos el inventario con todo el material disponible por parte del profesorado para que los alumnos hagan uso de él en el proyecto colaborativo. Al ser un trabajo

colaborativo, los grupos deben estar formados por más de una persona. Grupos formados por una sola persona resultaría en no cumplir con todos los objetivos planteados en un principio, y grupos de gran tamaño supondría que parte del grupo estuviera ociosa mientras la otra parte trabaja en el proyecto. Dicho proyecto debe estar acompañado de una memoria documentativa en formato de revista científica de la editorial IEEE. Esta, además de ser entregada el último día de clase, se presenta de forma oral en la última sesión, teniendo no más de diez minutos por grupo para ello. La memoria y la presentación oral dan lugar a un 45% de la nota de la evaluación continua, siguiendo una rúbrica establecida y puesta a disposición de los alumnos desde los primeros compases de la asignatura.

Las nueve sesiones relativas al trabajo de la asignatura pueden dividirse de forma orientativa atendiendo a la siguiente estructura de contenidos:

- Elección de dispositivos hardware/software a utilizar y estudio del estado del arte: 4 horas (2 sesiones de laboratorio). Los alumnos piensan entre ellos y eligen ideas a realizar como proyecto de la asignatura. El proyecto deberá estar respaldado por una búsqueda y estudio del estado del arte. El profesor de dichas sesiones puede ser consultado y puede ayudar a elegir ideas con mayor potencial y que puedan ser más interesantes de cara a realizar un trabajo de mayor calidad.
- Diseño y desarrollo del proyecto/prototipo: 8 horas (4 sesiones de laboratorio). Los alumnos llevan a cabo el proyecto que han ideado y elegido en las primeras sesiones, documentándolo al mismo tiempo. Antes de permitir a los alumnos comenzar con el diseño y desarrollo del proyecto, se les revisa exhaustivamente para comprobar y verificar que el contenido de éste sea suficiente, además de viable de cara a llevarlo a cabo.
- Diseño de test y pruebas: 2 horas (1 sesión de laboratorio). Los alumnos prueban el sistema con una serie de tests propuestos por ellos mismos de cara a verificar y a demostrar la validez del sistema. Una vez desarrollado el proyecto, se pone a

prueba tanto hardware como software, verificando que todo funciona correctamente y que cada parte del proyecto se ha conseguido integrar sin errores.

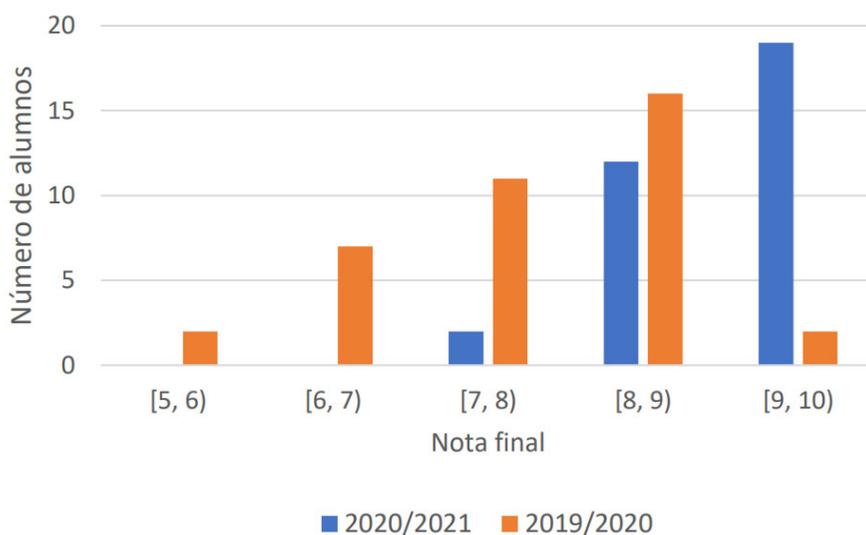
- Preparación de la presentación: 2 horas (1 sesión de laboratorio). Los alumnos dedican una sesión de laboratorio a preparar una presentación que resuma el proyecto desarrollado en no más de entre 10 y 15 minutos.
- Presentación. La última clase práctica de la asignatura se dedica exclusivamente a una exposición oral del proyecto desarrollado por cada grupo. Dicha presentación no debe sobrepasar los diez minutos de duración, y es evaluada por los profesores siguiendo una rúbrica específica establecida y hacen preguntas a los miembros del grupo para verificar su implicación en el proyecto y para comprobar si han adquirido los conocimientos que dicen conocer en base a la presentación mostrada a la audiencia.

Como hacíamos mención en anteriores secciones, el workflow del trabajo es meramente orientativo para el alumno, a excepción de la última sesión, y cada grupo puede destinar el tiempo que vea oportuno a cada una de las subsecciones en las que se divide dicho plan de trabajo. De esta forma, los alumnos asisten al aula de forma semanal, continuando con la elaboración de su proyecto colaborativo. Los profesores aportarán feedback a cada uno de los grupos para ayudarles en el desarrollo del trabajo. Siguiendo la estructura oficial de la asignatura y del plan de estudios publicado, el trabajo del alumno fuera del aula corresponde a 45 horas en total. Este número de horas están relacionadas con el número de créditos ECTS de la asignatura. Junto al 20% de la evaluación correspondiente a las memorias de las tres primeras sesiones prácticas, y el 45% relativo a la memoria y la presentación de proyecto final de la asignatura, el 35% restante lo compone el examen teórico de la asignatura, donde se evalúan aquellos conceptos impartidos durante las clases magistrales.

4. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos tras la aplicación de la metodología docente presentada a lo largo de este trabajo han sido muy satisfactorios. La mejora tanto en la calidad docente como en las calificaciones obtenidas por los alumnos en la evaluación continua son avalados cualitativa y cuantitativamente.

GRAFICO 1. Notas de la evaluación final de SRAD. Histograma representando la evolución de las notas finales de la asignatura SRAD en los cursos 2019/2020 y 2020/2021.



Fuente: elaboración propia

Por una parte, se ha observado una mejora importante en cuanto a las calificaciones obtenidas por los estudiantes en comparación al anterior curso con el que se compara este estudio. En el anterior curso (2019-2020), la calificación media obtenida por los alumnos fue de 7.70 sobre 10, mientras que en el curso foco de este estudio (2020-2021), la media final ha ascendido hasta la calificación de 9.13 sobre 10. Ambos años han mantenido las mismas pautas de cara a la evaluación continua, si bien el último curso ha requerido de algunos ajustes por motivos debidos a la pandemia, reflejando así una buena adaptabilidad y un buen recibimiento por parte de los alumnos. El Gráfico 1 muestra el

histograma con las notas medias de la evaluación final para el curso 2020/2021 y para el anterior (2019/2020). Las recomendaciones derivadas de antiguos alumnos que cursaron la asignatura en años anteriores han dado lugar a un efecto llamada, que mantiene y aumenta el número de alumnos matriculados en la asignatura cada año. Este hecho implica que los alumnos asistan a clase con una motivación de partida, tal y como nos han hecho llegar muchos de ellos. Estos datos cualitativos fueron recogidos y contrastados de forma objetiva por medio de una serie de encuestas completamente anonimizadas elaborada por el profesorado al final del curso. En dichas encuestas, se recogían diversas cuestiones sobre el interés del alumno en la asignatura y sus contenidos, la adecuación de la evaluación de la asignatura, la validez y concordancia con la metodología docente, la relevancia de la asignatura en sus estudios, y la probabilidad de recomendar la asignatura. Una vez recogidos los resultados de estas encuestas, la media de cada una de las preguntas fue calculada, dando como resultado las siguientes puntuaciones: 4.38, 4.72, 4.81, 4.02, y 4.54, respectivamente, siendo 5 la puntuación más alta posible. Como se observa, los resultados son todos muy altos (todos por encima del 4), destacando especialmente la tercera pregunta (satisfacción con la metodología docente), la cual ha obtenido un 4.81 de media, y la quinta (posibilidad de recomendar la asignatura), la cual ha obtenido un 4.54 de media. Ambas preguntas son de muy alta relevancia para los profesores de la asignatura, ya que no sólo indican que el trabajo realizado en cuanto al cambio de metodología docente va por el camino acertado, sino que los alumnos han visto esto como algo positivo, hasta el punto de recomendar la asignatura con una muy alta puntuación a futuros estudiantes de cuarto curso del grado en Ingeniería de la Salud.

5. DISCUSIÓN

La situación pandémica sin duda no ha ayudado a favorecer el trabajo colaborativo en la asignatura. Sin embargo, aun así, muchos de los grupos de trabajo han apostado por no conformarse con el mínimo proyecto viable. Esta motivación por parte de los alumnos ha sido recibida de forma muy satisfactoria por parte de los profesores, y han ofrecido un

mayor número de tutorías personales que en años anteriores. Una de las claras notas indicativas de esta motivación por parte de los estudiantes es lo mostrado en los resultados en cuanto a calificaciones finales que pueden observarse en el Gráfico 1. A pesar de las dificultades de la pandemia, varios grupos solicitaron poder acceder al laboratorio en horas extra no correspondientes a la docencia de sesiones de laboratorio para poder continuar trabajando en su proyecto, cosa que no había ocurrido hasta este curso 2020/2021.

Por otro lado, la motivación de los alumnos se ha reflejado, de nuevo, en un incremento de alumnos interesados en ampliar el proyecto desarrollado en la asignatura para formalizar su Trabajo Fin de Grado (TFG). Si en el curso 2019/2020 el número de alumnos que desarrollaron su TFG dentro del ámbito de la asignatura fue de 3, en el curso 2020/2021 ha ascendido a 6 alumnos, lo que supone un incremento de más de un 10% con respecto al total de alumnos de la clase. Esto, de nuevo, apoya la idea de que la metodología docente impartida en la asignatura consigue captar e interesar a los alumnos, además de motivarles a hacer cosas de mayor envergadura por ser beneficioso no sólo en la evaluación sino en su aprendizaje y formación.

Debido al aparente éxito de la metodología docente implantada, ésta se seguirá trabajando y puliendo de cara a próximos cursos, donde los profesores continuarán analizando de forma cualitativa y cuantitativa los resultados obtenidos. De esta forma, se pretende ir actualizando la asignatura y mejorándola, haciendo uso también de los comentarios y críticas recibidos por parte de los alumnos durante el curso.

6. CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta y detalla la metodología ABP aplicada a la docencia en las sesiones de laboratorio de la asignatura Sistemas de Rehabilitación y Ayuda a la Discapacidad, la cual se imparte en el cuarto curso del Grado en Ingeniería de la Salud en la Universidad de Sevilla. En las sesiones de laboratorio, además de aplicar los conceptos vistos en las clases magistrales de teoría, los alumnos llevan a cabo, durante la mayor parte del cuatrimestre, un trabajo en grupos reducidos

basado en los contenidos de la asignatura y en el que llevan a cabo el desarrollo de un sistema o dispositivo orientado a la rehabilitación de un paciente o relacionado con un tema de gran impacto social como es la accesibilidad de personas con cierta discapacidad a contenidos específicos o a interfaces de control que puedan facilitarles ciertas tareas cotidianas. Los proyectos en grupo son supervisados de forma exhaustiva por los profesores de las sesiones de laboratorio, apoyando a los alumnos y ayudándoles con ciertas elecciones o dudas que puedan surgirles durante la realización del trabajo. Se trabaja así en reforzar habilidades sociales y competencias transversales generales como el trabajo en equipo y el autoaprendizaje, además de la presentación oral ante una audiencia. Los alumnos han demostrado una muy alta motivación e implicación en el proyecto gracias a esta metodología docente, y ven una clara alineación de los contenidos y desarrollos llevados a cabo en esta asignatura con su futuro laboral en el ámbito sanitario, tecnológico e ingenieril, por lo que agradecen la libertad a la hora de elegir temática de trabajo y de colaboración entre los miembros del grupo. El enfoque de investigación que se les pide a los estudiantes al tener que realizar una memoria en formato paper les acerca de esa forma al mundo académico e investigador, sirviendo como muy buen punto de entrada al Máster en Ingeniería Biomédica y Salud Digital, el cual está teniendo un gran éxito entre los alumnos que cursan la asignatura de Sistemas de Rehabilitación y Ayuda a la Discapacidad. Por otro lado, la alta implicación de los alumnos en la asignatura se muestra directamente en las calificaciones obtenidas en la evaluación final, que han conseguido tener una media muy elevada por encima del notable, junto al éxito de no haber tenido ningún caso de un alumno que haya suspendido la asignatura por evaluación alternativa. La alta motivación, implicación y el esfuerzo que los alumnos han volcado en los trabajos ha dado lugar a que muchos de ellos desearan continuar dicho desarrollo para concluir el grado en forma de Trabajo Fin de Grado. Además, la calidad de estos se ha visto incrementada, ya que parten de un trabajo que ha sido tutorizado y desarrollado desde el primer cuatrimestre, que es donde tiene lugar la impartición de la asignatura objeto de este estudio.

Los conceptos trabajados en SRAD, en especial aquellos que se relacionan con el desarrollo de sistemas de rehabilitación, unen de forma directa el ámbito académico con el ámbito empresarial. Buena prueba de ello es el gran aumento de empresas interesadas en el desarrollo de prótesis mecanizadas y de sistemas de rehabilitación. Cada vez son más aquellas que deciden contar con Ingenieros de la Salud para sus equipos, por la facilidad de estos para moverse por los campos relativos tanto a la Ingeniería como a aquellos relativos a conceptos más cercanos al ámbito de la Salud. Estas son grandes noticias para los estudiantes de este grado, y que la asignatura de SRAD propicio el desarrollo de proyectos colaborativos entre los estudiantes dentro de este ámbito puede dar lugar a una buena carta de presentación en estas empresas, metiendo de lleno al estudiante en el tejido laboral tras la finalización de sus estudios.

7 AGRADECIMIENTOS

Los autores del trabajo queremos agradecer a varias instituciones y proyectos por haber sido partícipes de lo propuesto en este trabajo y por haber hecho posible gran parte de la compra de material que se ha requerido para ello. En primer lugar, nos gustaría agradecer a la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y al proyecto MINDROB (PID2019-105556GB-C33/ AEI/10.13039/501100011033), el cual ha sido apoyado por una ayuda europea de desarrollo. Junto a esto, nos gustaría agradecer al Proyecto EU H2020 CHIST-ERA SMALL (PCI2019-111841-2), al igual que al proyecto regional andaluz PROMETEO (AT17_5410_USE) de la convocatoria PAIDI2020. No podemos olvidarnos tampoco de agradecer a la Universidad de Sevilla, a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática y al departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores por facilitarnos todos los medios disponibles para que impartir docencia en estos tiempos tan complicados de pandemia fuera lo más llevadero y sencillo posible.

8. REFERENCIAS

- Calvo, I., López-Guede, J. M., & Zulueta, E. (2010). Aplicando la metodología Project Based Learning en la docencia de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 3(4), 166-181.
- Cerezuela-Escudero, E., Paz-Vicente, R., Domínguez-Morales, J. P., Domínguez-Morales, M. J., Jiménez-Fernández, Á., & Jiménez-Moreno, G. (2014). Aprendizaje basado en proyectos: implementación de interfaces gráficas para microcontroladores ARM. *Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (20es: 2014: Oviedo)*.
- Clarkson, P. J., Coleman, R., Keates, S., & Lebbon, C. (2013). Inclusive design: Design for the whole population.
- Cook, A. M., & Polgar, J. M. (2014). Assistive technologies-e-book: principles and practice. Elsevier Health Sciences.
- Dolmans, D. H., De Grave, W., Wolfhagen, I. H., & Van Der Vleuten, C. P. (2005). Problem-based learning: Future challenges for educational practice and research. *Medical education*, 39(7), 732-741.
- Duch, B. J., Groh, S. E., & Allen, D. E. (2001). The power of problem-based learning: a practical" how to" for teaching undergraduate courses in any discipline. Stylus Publishing, LLC.
- Escribano, A., & Del Valle, A. (2015). El aprendizaje basado en problemas (ABP). Bogotá: Ediciones de la U.
- Gaffey, A. (2014). The elevator pitch. *American Psychology Association (APA)*.
- Gómez, B. R. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y educadores*, (8), 9-20.
- Gibaldi, A., Vanegas, M., Bex, P. J., & Maiello, G. (2017). Evaluation of the Tobii EyeX Eye tracking controller and Matlab toolkit for research. *Behavior research methods*, 49(3), 923-946.
- Labra, P., Kokaly, M. E., Iturra, C., Concha, A., Sasso, P., & Vergara, M. I. (2011). El enfoque ABP en la formación inicial docente de la Universidad de Atacama: el impacto en el quehacer docente. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 37(1), 167-185.
- Majaranta, P. (Ed.). (2011). Gaze Interaction and Applications of Eye Tracking: Advances in Assistive Technologies: Advances in Assistive Technologies. IGI Global.

- Razheva, A. V., Rozaliev, V. L., & Orlova, Y. A. (2018). Modern eye tracking research and technology. *Information Innovative Technologies*, (1), 229-235.
- Scherer, M. J., & Glueckauf, R. (2005). Assessing the benefits of assistive technologies for activities and participation. *Rehabilitation Psychology*, 50(2), 132.
- Biset, E. (2011). Ontología política. Esbozo de una pregunta. *Nombres. Revista de Filosofía*, 27 (1), 121-136. Universidad Nacional de Córdoba
- Solomon, G. (2003). Project-based learning: A primer. *Technology and learning-dayton-*, 23(6), 20-20.