



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación
Convocatoria 2022/2023

Nº de proyecto:

224

Entorno multimedia y OpenSource para la enseñanza de la Física con material interactivo

Responsable del proyecto:
Víctor Galileo Almendro Vedia

Facultad de Veterinaria

Departamento:
Sección Departamental de Farmacia Galénica y Tecnología Alimentaria

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

Empezar la Universidad supone un cambio de ciclo vital en la totalidad de nuestros estudiantes. Esta nueva etapa educativa supone nuevos retos y es abordada por el alumnado con ilusión e inquietud a partes iguales. Uno de los mayores miedos que flota en el ambiente de las clases de primero durante las primeras semanas refleja la inseguridad de gran parte del estudiantado: el no llegar al nivel que se les va a exigir en estas nuevas materias. Desde el área de Física, todos los años, somos conscientes de esta preocupación: alrededor de un 20% del alumnado de primer curso de los grados de Ciencia y Tecnología de los Alimentos y de Veterinaria no ha cursado la asignatura de Física durante el bachillerato y, de ellos, alrededor de un 10% muestra su inquietud de forma activa durante las clases teóricas, construyendo de forma inconsciente a través del miedo una barrera que dificulta hacerles llegar los conocimientos que se transmiten en clase.

Por si no fuera poco partir con esta desventaja, además somos conscientes de que gran parte del contenido teórico recae en conceptos abstractos y se basa en un manejo de las matemáticas con el que no todos los alumnos tienen destreza. A gran parte de los estudiantes les resulta difícil evaluar la evolución de determinadas ecuaciones que describen fenómenos físicos pareciendo no estar familiarizados con ellas: decaimiento exponencial (evolución de la radiación de un isótopo) o inversas de cuadrados (para evaluar campos en función de la distancia), por citar un par de ejemplos. No entienden las tendencias de las mismas de forma inmediata, llegando a suponer un factor de desconexión de la clase teórica. Este desinterés por no ver accesible el contenido explicado en clase se refleja en las tasas de abandono de las mismas (o entrega de ejercicios), siendo más acuciadas en aquellas donde el contenido abstracto y las matemáticas están más presentes.

Para intentar abordar este problema, al finalizar las prácticas del *Curso 2021-2022*, a algunos grupos de alumnos se les preguntó qué mejorarían del curso que acababan de recibir. Entre sus respuestas (por escrito y de forma anónima) destacaron los siguientes puntos: una gran parte reclama un mayor tiempo de ejecución de parte práctica para asentar los fundamentos teóricos; otra parte constata la falta de agilidad a la hora de desenvolverse con algunas prácticas que requieren del uso de sensores (al desconocer el fundamento de los mismos); otra parte agradecería una mayor interacción / manipulación de los materiales usados en las prácticas, para profundizar sobre las mismas; otros comentan la posibilidad de realizar las prácticas con más compañeros involucrados en ellas, para poder resolver sus dudas / problemas entre ellos. Como profesorado, también consideramos necesario incluir como factor que influye en el desarrollo normal de las prácticas el desgaste del material usado, así como su fragilidad y disponibilidad en el mercado (mucho del material y piezas usadas están descatalogadas), factores que, aunque contribuyen a fomentar un uso más delicado de los aparatos, no contribuyen a fomentar la curiosidad del alumno al no sentirse libres para utilizarlos con ellos como quisieran. Con respecto al desgaste del material, cabe señalar que durante la realización de las prácticas del *Curso 2021-2022*, alrededor de un 5% de la instrumentación tuvo que ser reparada durante la realización de las prácticas y entendemos que repercute negativamente en la experiencia del alumnado involucrado.

Con el ánimo de abordar y resolver los problemas y necesidades expuestos anteriormente, proponemos los siguientes objetivos dentro de este Proyecto de Innovación Docente:

A) Mejorar la comprensión de los fundamentos teóricos de la Física que subyacen en los contenidos que se imparten en las clases teóricas mediante el uso de elementos multimedia: Fislets y Arduino. El uso de applets de Física (*Fislets*) acerca al estudiante los contenidos teóricos de forma digital interactiva: a través de applets (o aplicaciones) basadas en un lenguaje de programación de código abierto. Estas aplicaciones, construidas bajo entorno de navegación hipervinculado y relacionado, consisten en simulaciones agrupadas por bloques de distintas áreas de la Física donde el estudiante puede modular parámetros para ver cómo afectan globalmente al sistema (por ejemplo: construir un imán inducido y visualizar sus líneas de campo [que dependen de la geometría] utilizando el ordenador). Su entorno robusto y amistoso permite que el estudiante pueda navegar en ella probando aplicaciones de 29 bloques (cada uno con al menos un par de simulaciones), la mayoría de ellos incluido en el temario de la asignatura: mecánica, trabajo, estática, ondas, campos eléctricos, campos magnéticos, sonido, óptica y lentes entre otros (además de poder explorar otros bloques más avanzados). Realizar este tipo de actividad, en paralelo con las clases teóricas, logrará reforzar la seguridad de los estudiantes frente a temario que posiblemente no hayan visto anteriormente, y así podremos combatir la problemática de la inseguridad comentada al principio de este apartado.



Figura 1: Izquierda: Algunas simulaciones contenidas en los Fislets con las que poder profundizar en contenido teórico (créditos: Fislets, Enseñanza de la Física con Material Interactivo, Editorial Pearson). Derecha: Placa base de Arduino UNO.

B) Creación de herramientas propias para la realización de prácticas en Física. Una vez aprendidas las bases de *Arduino*, el objetivo es que los estudiantes puedan apoyarse en la plataforma para crear sus propias herramientas que usarán durante las prácticas de Física. Durante el desarrollo de sus propias herramientas necesitarán comprender el fundamento de las mismas (para qué las van a usar y en qué se basan), ayudando enormemente a la realización y comprensión de la práctica en sí, reforzando los conocimientos adquiridos durante la sesión. Además, en este proceso de creación, se potenciarán las aptitudes de trabajo en equipo, ya que habrá varios estudiantes abordando el mismo problema desde perspectivas diferentes. Una consecuencia directa de este aumento de recursos al crear el propio estudiante las herramientas de medida, será que se hará posible la presencia de varios grupos realizando una sola práctica (y no 2 como tradicionalmente se viene haciendo), pudiendo realizarse al final de la sesión una discusión colectiva del trabajo realizado. Además, al disponer de tantos recursos, los problemas técnicos que puedan surgir por el desgaste del material, podrán ser rápidamente subsanados, sin que el alumno pierda tiempo de aprendizaje hasta su reparación / sustitución. Con este uso de *Arduino*, podemos solventar los problemas derivados de la fragilidad y poca disponibilidad de los recursos del laboratorio.

2. Objetivos alcanzados

Para evaluar si los objetivos propuestos han sido alcanzados, creemos que el baremo más objetivo constituye una comparación de las notas obtenidas de en el laboratorio antes de aplicar esta innovación docente (curso 2021-2022) y el presente curso (2022-2023). Los resultados relativos a las notas obtenidas en prácticas (desglosadas por prácticas a través de un proceso de evaluación continua utilizando cuestionarios tipo test) pueden verse en la *Figura 2* que pasaremos a comentar.

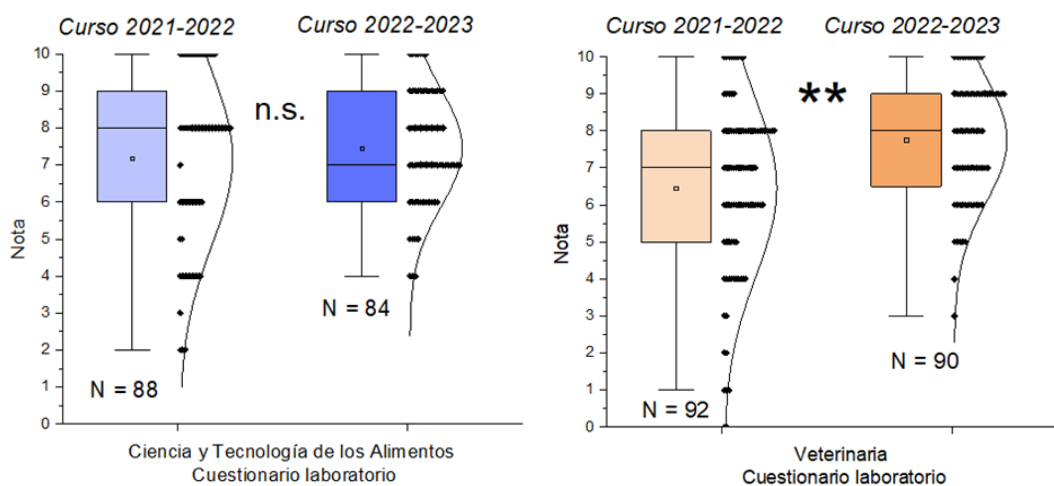


Figura 2: Comparación de notas obtenidas en los cuestionarios de evaluación continua de los laboratorios impartidos por Física durante los cursos 2021-2022 y 2022-2023. Izquierda: Asignatura del grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CyTA). Derecha: Asignatura del grado de Veterinaria.

De forma global, aunque en ambas asignaturas ha habido una disminución del alumnado evaluable (entre un 5% [CyTA] y un 2% [VET]), consideramos que al ser tan bajo el número no afecta a las conclusiones. Si nos centramos en el laboratorio de Física para el grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos se observa que a nivel de poblaciones (medias y desviaciones estándar) no ha habido diferencias significativas (n.s.) tras aplicar un test *t-student*. Las distribuciones en ambos casos han seguido siendo descritas por una función gaussiana, pero cabe señalar que en el caso del curso 2022-2023, esta curva se ha estrechado estando sus notas comprendidas entre 4 y 10, mientras que en el curso 2021-2022 el valor mínimo de nota fue 2. Aunque no haya habido diferencias significativas respecto al valor medio de notas, consideramos este estrechamiento de la curva de gran interés, ya que ha mejorado el ratio de alumnos con las prácticas aprobadas (cuatro veces menos suspensos en las evaluaciones tipo test). Cabe señalar que para el grado de CyTA, dado que los laboratorios empezaron la segunda semana de iniciar el curso (la semana del 12 de septiembre de 2022) y acabaron a finales de octubre, no pudo llegar a implementarse la parte de objetivos relativa a *Arduino* [punto B) de objetivos y parte del A)] dado que la ejecución de los presupuestos previstos para el proyecto de Innovación Docente empezaron a principios de octubre y la tramitación de la compra y su recepción no se hizo efectiva hasta la segunda mitad del mes, con las prácticas finalizando. Por ello se está contemplando poner en práctica esta parte para el curso 2022-2023 habiendo solicitado de nuevo financiación para la adquisición de más material. Aún así, la parte relativa al uso de Fislets para asentar las bases teóricas [parte del punto A) de objetivos] sí pudo ser

realizada. Para ello se habilitaron a los estudiantes unas listas para apuntarse durante las prácticas en las que se indicaban los días, así como la posibilidad de apuntarse al *Fislet* de interés que se quisiera (véase *Figura S2*).

Visto la forma de organizarse en el grado de *CyTA*, para el grado de Veterinaria optamos por poner en práctica sólo la parte relativa a *Arduino* [objetivos B) y parte del A)]. Debido a disponer de menos tiempo y ser una asignatura organizativamente más complicada, nos vimos obligados a sólo implementar esa parte, en detrimento de la parte relativa a *Fislets*, que al menos ya pudo ser probada en el otro grado. En este caso, hicimos al alumno interactuar a través del Campus Virtual en un apartado específico tipo Wiki para que se apuntasen aquellos que tuviesen interés en realizar las prácticas utilizando *Arduino* (véase *Figura S3*). Además, para reforzar la iniciativa de apuntar vía Campus Virtual, en el propio laboratorio se instaba a los alumnos a utilizar *Arduino* cuando llegaban a la práctica de interés, logrando una participación de más del 60%. Dado que teníamos estudiantes que nunca habían oído hablar de la plataforma y otros que sí, decidimos mezclarlos y poner en práctica la creación de la herramienta para abordar 1 de las 7 prácticas de Física para Veterinaria: la práctica del *Efecto Venturi*. Aquí, los estudiantes tuvieron que crear y poner en marcha un sensor de ultrasonidos que monitorizase en tiempo real la altura de un volumen con el que se alimentaba la cámara de *Venturi* con la idea de extraer el caudal del sistema. Para evaluar el impacto al introducir esta nueva herramienta, volvimos a recurrir a la comparación con las notas obtenidas en el curso anterior (*Figura 2: derecha*). El análisis es muy parecido al realizado para el grado de *CyTA*: se produce un estrechamiento de la distribución gaussiana hacia notas superiores a un valor numérico de 5; mientras que para el curso 2021-2022 el rango de notas iba desde 0 a 10, ahora el rango va de 3 a 10, aumentando significativamente el número de aprobados. Además, en este caso, al realizar un análisis de las medias de notas de ambos cursos, sí se aprecian diferencias significativas ($0.01 < p < 0.05$, **) aumentando la nota media de 7 a 8 puntos.

Estos desplazamientos de las poblaciones de notas de los estudiantes hacia valores más altos, obteniendo menos cantidad de suspensos, así como la mejora significativa de la nota media, consideramos que suponen un hecho que da validez a la consecución de los objetivos planteados en el apartado 1. *Objetivos propuestos*, habiéndose reforzado los conocimientos básicos teóricos de la Física de los estudiantes y habiéndoles ayudado a motivarse en el laboratorio de Física al utilizar elementos interactivos.

Además de los objetivos propuestos en el apartado anterior, vemos necesario también comentar brevemente que la consecución de los mismos no podría haber sido posible sin obtener hitos previos como la puesta a punto y montaje de la infraestructura necesaria para poder utilizar los *Fislets* y *Arduino* (véase *Fig. S1*), esto es, la construcción de ordenadores y su conexión a internet, gracias a la materia prima cedida por Servicios Informáticos de la Universidad Complutense de Madrid, equipo con el que estamos enormemente agradecidos y valgan estas líneas para ese reconocimiento.

3. Metodología empleada en el proyecto

El primer paso para poner en práctica el proyecto aquí expuesto fue la puesta a punto del material informático durante el segundo cuatrimestre del curso 2021-2022, con su instalación y activación de conexiones durante el verano de ese curso. Al disponer de los *Fislets*, estas *apps* de física también fueron instaladas (tras buscar la forma de hacerlo debido a su incompatibilidad con el sistema operativo-navegador por el uso de java applets). Una vez funcionales los equipos, se procedió a la adquisición del material necesario para los sensores (*Arduino*) que no pudo instalarse hasta finales de octubre.

Mientras tanto, se fue iniciando a los estudiantes en estas modificaciones respecto al curso anterior. Durante la charla de presentación iniciación del curso (lunes 12 de septiembre para *Veterinaria* y miércoles 7 de septiembre para el grado en *CyTA*) se les comentó a través de diapositivas la ejecución de este proyecto de innovación docente y cómo deberían participar. Para esto, se les habilitaron pestañas en el Campus Virtual (en *Veterinaria*) y se les suministró también material durante la ejecución de las clases prácticas (en el caso de *CyTA*). Para el caso de *CyTA*, las prácticas – seminarios utilizando *Fislets* se desarrollaron los dos últimos días de laboratorio de prácticas. Debido a la cantidad de ordenadores disponibles (8), realizaron los trabajos planteados en *Fislets* (se les suministró un guion con preguntas y las prácticas a realizar utilizando esta herramienta) con las parejas de laboratorio correspondiente, habiendo en cada ordenador entre 2 y 3 estudiantes. Al finalizar las sesiones (2 sesiones de 2 horas cada una), los estudiantes entregaban las cuestiones planteadas. Los *Fislets* se centraron en 4 temas: mecánica, dinámica, electricidad y ondas (véase *Figura S2*). Para el caso de *Veterinaria*, dado que el uso de *Arduino* entendimos que resultaba bastante más complicado, tuvimos que crearles varios materiales para les sirvieran de apoyo. Así, se les creó un guion específico para que pudiesen realizar el montaje del sensor de ultrasonidos, indicando paso a paso la realización del montaje, la conexión de los cables y la búsqueda y la carga del programa de *tracking* de alturas. En paralelo, creamos también material audiovisual, un vídeo de 5 minutos de duración donde se les hizo una introducción a la plataforma, y se les explicaba el proceso de montaje y de medida. Este vídeo fue subido a la plataforma *YouTube* y fue suministrado a través del Campus Virtual para que lo trajesen visualizado y tuviesen una base de cara a abordar la práctica. Como algunos de los estudiantes no pudieron verlo, se habilitó también en el ordenador de la práctica un sistema de sonido y conexión a internet para que pudiesen verlo *in situ* si fuese necesario. Con esas explicaciones y las contenidas en el guion, los estudiantes pudieron construir su sensor para la práctica: *Efecto Venturi*. Además, para poder realizar un tratamiento correcto de los datos para la obtención del caudal del sistema, el guion contenía una última parte práctica de manejo de *Excel*, dado que los con los datos obtenidos había que crear una gráfica, ajustarla, y extraer unos valores (de velocidad de caída del frente de agua en el depósito) para extraer (a través de la pendiente) un valor con el que calcular el caudal. Con esto también pudimos ayudarles a reformar la parte de conocimientos en *Excel*, que se usará en la parte de matemáticas de esta misma asignatura y en otras de cursos siguientes. Dado que los estudiantes tenían que abordar el montaje del sensor con su pareja de prácticas (y, procuramos mezclar gente con experiencia en la plataforma y gente sin conocimientos), el trabajo en equipo se reforzó, ayudando esta experiencia a potenciar la participación colectiva. Con los datos obtenidos a través del sensor, pudieron completar las preguntas relativas a la práctica, preguntas teóricas que fueron reutilizadas del curso anterior (sin esta experiencia) para poder realizar la comparativa (también se usaron las mismas preguntas en la evaluación continua tipo test, para poder realizar este análisis comparativo correctamente).

4. Recursos humanos

Para poder llevar a cabo este Proyecto de Innovación Docente, se ha contado con el siguiente equipo:

- **Víctor G. Almendro Vedia:** Profesor Ayudante Doctor en el Área de Física de la Sección Departamental de Farmacia Galénica y Tecnología Alimentaria de la Facultad de Veterinaria (UCM). Actualmente imparte las materias de Física y Bioestadística para Veterinaria (1º Curso del grado de Veterinaria) y Física para Ciencia y Tecnología de los Alimentos (1º Curso del grado de CyTA) siendo también coordinador de esta última asignatura durante el curso 2022-2023. En ambas asignaturas imparte también prácticas. Al contar con experiencia con *Arduino* y conocer la materia, resulta un recurso clave a la hora de implantar estos elementos multimedia. Ha publicado en revistas de alto impacto y de temática de innovación docente como *Journal of Chemical Education* [1], donde adapta materiales de uso común para acercar la investigación a jóvenes estudiantes. Actualmente está en proceso de revisión de un artículo que ha construido una técnica (micromanipulación) mediante *Arduino* [2], teniendo experiencia en su instalación y manejo. Es co-director de la tesis de David Valdivieso González.

- **Adelia Fortún García:** Profesora Contratada Doctor en el Área de Física de la Sección Departamental de Farmacia Galénica y Tecnología Alimentaria de la Facultad de Veterinaria (UCM). Coordinadora y profesora de las materias de Física y Bioestadística para Veterinaria (1º Curso del grado de Veterinaria) y Física para Ciencia y Tecnología de los Alimentos (1º Curso del grado de CyTA), clases que lleva impartiendo durante más de 20 años, demostrando experiencia suficiente para encargarse del estudio de la viabilidad y aplicabilidad de estos nuevos recursos en las clases prácticas. Durante estos años se ha encargado también de la redacción de los guiones prácticos de la asignatura; por ello gestionará el adaptar los guiones al uso de las nuevas herramientas aquí desarrolladas.

- **Iván López Montero:** Profesor Titular en el Departamento de Química Física de la Facultad de Ciencias Químicas (UCM). Licenciado en Ciencias Físicas. Profesor de la asignatura de Química Física I y Laboratorio Integrado de Química para Bioquímicos (1º Curso). Premiado con varios proyectos de investigación a nivel nacional y europeo (ERC Starting Grant y ERC Synergy) posee las cualidades por formación y experiencia para evaluar la evolución del proyecto de innovación en su fase final y aportar a la escritura de los guiones contribuyendo en la descripción del fundamento teórico de las mismas. Es co-director de la tesis de David Valdivieso y está involucrado en las publicaciones de Víctor G. Almendro-Vedia relacionadas con Docencia [1] y el uso de *Arduino* [2].

- **David Valdivieso González:** Estudiante de Doctorado del programa de Química Avanzada (tercer año). Investigador predoctoral contratado con cargo a proyecto. Ha contribuido a desarrollar y aplicar técnicas en su laboratorio basadas en *Arduino* [2]. Conoce la herramienta, programa, crea código y por su cercanía generacional es el mejor miembro para transmitir la utilidad *Arduino*, la programación y los *Fislets*, por eso creemos conveniente que participe en la introducción a los estudiantes.

[1] Almendro-Vedia et al., *J. Chem. Educ.* 2017, 94, 5, 644–649

[2] Valdivieso-González et al., *Nat. Commun.* 2022 (Manuscript Under review)

5. Desarrollo de las actividades

Las clases del área de Física impartidas en el primer curso de los grados de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CyTA) y de Veterinaria, se extienden a lo largo de todo el primer cuatrimestre. La idea de combinar las actividades prácticas propuestas en este Proyecto de Innovación junto con las clases teóricas para el curso 2022-2023, ha de realizarse durante los meses de septiembre a enero de 2022 y 2023 respectivamente.

CRONOGRAMA GENERAL DE ACTIVIDADES

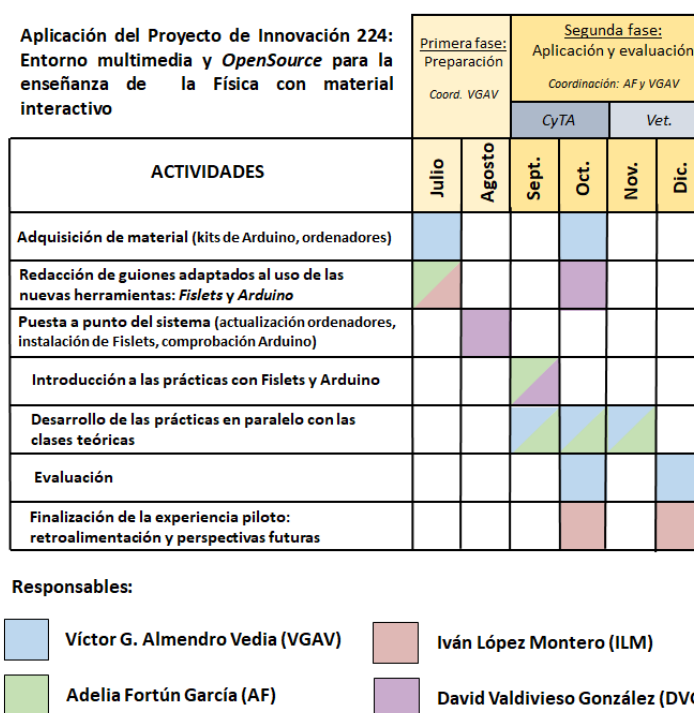


Figura 3: Organigrama de tiempos y actividades a realizar por el equipo.

Las actividades propuestas se encuentran detalladas en el cronograma de la Figura 3 y se pueden dividir en dos fases que vamos a desarrollar a continuación:

I) Primera fase (coordinada por Víctor G. Almendro Vedia): Preparación.

Durante esta fase adquirimos el material necesario para llevar a cabo las clases prácticas con el uso de *Fislets* y *Arduino*. Para la parte de *Fislets*, tuvimos que ampliar la capacidad computacional a través de Sistemas Informáticos de la Universidad Complutense de Madrid e instalar en ellos los ejecutables *Fislets* incluidos en el libro: *Fislets: Enseñanza de la Física con material interactivo (Libro+CD)*, F. Esquembre et al., Editorial Pearson Prentice Hall, ISBN 13:9788420537818 además de otros paquetes de programas y de drivers de compatibilidad. Además, para la parte que implica *Arduino*, tuvimos que adquirir (tras la aprobación de los presupuestos, en octubre de 2022) 1 *Arduino Starter Kit Multi-language* [<https://store.arduino.cc/collections/kits/products/arduino-starter-kit-multi-language>] (que incluyen *Arduino UNO* y los correspondientes sensores) y al menos 1 placas adicional de *Arduino UNO*. Debido al montaje, instalación y conexión de los ordenadores, no fue necesario adquirir ningún equipo adicional (aunque es altamente recomendable para liberar el ratio personas por puesto). La

adquisición, instalación y preparación del material de esta primera etapa, fue llevada a cabo por el responsable Víctor G. Almendro durante el segundo cuatrimestre del curso 2021-2022 y el verano de 2022.

En paralelo, durante esos mismos meses de verano, Adelia Fortún e Iván López, escribieron los guiones / instrucciones que utilizaron los estudiantes para poder usar correctamente los *Fislets* y montar sus propias herramientas basadas en *Arduino*.

Una vez redactados los guiones e instalados los materiales, el responsable David Valdivieso comprobó que todo el material adquirido funcionaba correctamente, actualizando los sistemas que sean necesarios y haciendo que todo el material fuese compatible con los ordenadores. Además, en su papel de estudiante, visualizó aquellos aspectos mejorables para la comprensión de los guiones por parte de los mismos. Esta tarea supuso la finalización de la fase de Preparación de material.

En septiembre, con el inicio de las clases, comenzó la Segunda Fase (II): Aplicación y evaluación, con una primera etapa de Iniciación a los estudiantes al uso de estos nuevos elementos didácticos. El inicio de las clases prácticas en el grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CyTA) comenzó en la semana lectiva 2 (del 12 al 16 de septiembre). Durante la primera clase práctica, Adelia Fortún y David Valdivieso introdujeron y enseñaron el uso de *Fislets* a los estudiantes. En octubre, con los alumnos ya preparados, las clases prácticas fueron impartidas por Víctor G. Almendro y Adelia Fortún, hasta la completa finalización de las mismas. Al contrario que para el grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, el grado de Veterinaria comenzó sus clases prácticas más tarde, en la semana lectiva 7 (del 17 al 21 de octubre), lo que hizo posible que pudieran utilizar la plataforma *Arduino*. Al igual que para CyTA, al inicio de las mismas los estudiantes recibieron un entrenamiento en esta nueva técnica a cargo de David Valdivieso y Adelia Fortún, hasta acabar el mes de octubre.

Durante los meses de septiembre (CyTA), octubre (CyTA-Vet) y noviembre (Vet) se realizó el desarrollo de las prácticas en paralelo con las clases teóricas, aplicando los estudiantes de forma consolidada lo aprendido durante la etapa previa introductoria. En esta fase, los alumnos de CyTA manejaron de forma independiente el uso de los *Fislets*, pudiendo resolver los problemas propuestos en los guiones previamente escritos en la fase de preparación de material. Al acabar su uso, tuvieron que entregar unos informes con preguntas que aparecían formuladas en el guion suministrado. En lo que respecta a *Arduino*, los estudiantes de Veterinaria montaron sus propios sensores para resolver la práctica de *Efecto Venturi*, cargando en sus *Arduino UNO* los algoritmos necesarios (creados por ellos idealmente, pero también válidos si se han encontrado mediante búsqueda bibliográfica o si se usan los suministrados en su nuevo guion de prácticas) para su correcto funcionamiento y seguimiento. Así, durante esta etapa, desarrollaron la práctica de *Venturi* utilizando la misma base teórica y cuestiones formuladas que en cursos anteriores, pero abordando la con sus propias herramientas (creadas *in situ* por ellos mismos). Para el desarrollo de esta subetapa, a pesar de considerarles haber alcanzado cierto grado de autonomía, contaron con la supervisión y guía de los responsables Víctor G. Almendro y Adelia Fortún como apoyo.

Al finalizar ambas tandas de prácticas (de cada grado), se sometió a los estudiantes a un test de evaluación continua, para evaluar el impacto del uso de *Arduino* y de los *Fislets*. De igual forma, en esta evaluación, se les preguntó a los estudiantes qué se podría mejorar de la experiencia práctica utilizando estas herramientas, información que, junto con la obtenida durante el desarrollo de las prácticas, se va a utilizar de cara

a la mejora de las mismas en el futuro. En esta fase, los responsables Víctor G. Almendro Vedia (test de autoevaluación) e Iván López Montero (retroalimentación y perspectivas futuras) fueron los encargados de crear los tests, corregirlos, recopilar la información dada por el estudiantado y procesarla.

En cuanto a los mecanismos de seguimientos del plan de actividades detallado en este apartado, podemos destacar los siguientes aspectos:

Teniendo en cuenta que el plan aquí propuesto se desarrolló en etapas consecutivas, fueron necesarios alcanzar los objetivos de la etapa anterior para poder avanzar a la siguiente. En lo relativo a puesta a punto del material, la adquisición y escritura de los guiones supuso el mecanismo de seguimiento de la parte de preparación, así como el chequeo posterior por parte de los organizadores, de que los sistemas han sido satisfactoriamente instalados en los ordenadores (al finalizar el verano). En aquellas etapas que involucraron el aprendizaje de los alumnos, se realizaron pequeñas pruebas sencillas durante la clase (cuestionarios o preguntas) para comprobar que han alcanzado los conocimientos deseados (entender los elementos básicos de *Arduino* y los *Fislets*) para pasar a la siguiente etapa de trabajo de forma más autónoma. Para evaluar haber trabajado correctamente durante esta etapa autónoma los estudiantes se sometieron a un test de evaluación continua descrito anteriormente. Y para finalizar, para la parte de retroalimentación, los propios alumnos fueron los que dieron cuenta del seguimiento del plan, evaluando cómo se llevó a cabo el mismo, sus aspectos a cambiar y posibles mejoras.

CVUCM-Moodle CVM DP Mi Campus **Busca tu entorno de cuestionarios** Español - Internacional (es) VICTOR GALILEO ALMENDRO VEDIA

FÍSICA APLICADA A LA VETERINARIA, 2022-23 GRUPO A MAÑANA

Página Principal / Mis cursos / 22-625846 / PRÁCTICAS DE LABORATORIO / Lista Estudiantes Arduino (Grupo A) / Lista Arduino (Grupo A) / Ver Buscar wikis

Lista Estudiantes Arduino (Grupo A)

Instrucciones para incluirse en la lista:

En la pestaña de abajo, elegid "Editar". Includid vuestro nombre (sin borrar nada del contenido anterior).
Por favor, después de vuestro nombre, indicad si tenéis experiencia previa en Arduino (Sí/No) y el módulo de prácticas (Nº) en el que estáis (si lo sabéis ya)

Ej: Víctor G. Almendro Vedia (Sí - 14)

NOTA: Todos los cambios quedan registrados (usuario/fecha)

Ver Editar Comentarios Historia Mapa Ficheros Administración

Versión imprimible

Lista Arduino (Grupo A)

- [Redacted] (No - 5)
- [Redacted] (No - 4)
- [Redacted] (No - 7)
- [Redacted] (Sí - 7)
- [Redacted] (No - 7)
- [Redacted] (No - 5)
- [Redacted] (No - 5)

← MÓDULOS DE PRÁCTICAS PROVISIONALES. VETERINARIA 2022-23 Ir a... 1-MEDIDAS PRECISAS DE LONGITUD (oculto) →

Figura S3: Ejemplo real de lista creada como Wiki para apuntarse al uso de Arduino durante las prácticas.