



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación
Convocatoria 2023/2024

Nº de proyecto 409

Innovando en la enseñanza de la Fisiología Animal: desarrollo de estrategias
educativas que impulsan un aprendizaje activo (INNOVAFANI)

Responsable del proyecto:
Inés Sánchez-Román Rojas
Facultad de Ciencias Biológicas
Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

Este proyecto de innovación docente se enmarca en la asignatura de Fisiología Animal, que es anual y obligatoria, tiene 12 créditos y se imparte en el tercer curso del Grado en Biología, matriculándose cada año alrededor de 300 estudiantes organizados en 5 grupos de teoría, 10 grupos de seminarios y 20 grupos de prácticas.

Con el desarrollo de este proyecto, perseguimos de forma general mejorar la adquisición de conocimientos y competencias de la asignatura fomentando la motivación y participación activa del estudiantado. Este objetivo surge a raíz del empeoramiento de los resultados académicos que venimos observando en los últimos años y que asociamos a un creciente desinterés y desmotivación por la asignatura, y pensamos que puede deberse a una percepción de excesiva dificultad por parte del estudiantado. Nuestra preocupación nos ha llevado a realizar una serie de encuestas dirigidas a los estudiantes y que han puesto de manifiesto varios aspectos: i) los alumnos perciben la asignatura como densa y compleja y eso les lleva en algunos casos a abandonarla; ii) existen ciertos contenidos que generan mayor dificultad y así los hemos identificado; iii) los alumnos constatan que las prácticas que se realizan en el laboratorio mediante simulaciones por ordenador les desmotivan y piden su renovación y una mayor carga de procedimientos experimentales.

Por todo ello, abordamos el objetivo propuesto mediante el diseño y uso de una serie de estrategias educativas para mejorar la comprensión y asimilación de los contenidos con el fin de alcanzar las competencias de esta asignatura, cambiar la percepción de los estudiantes y aumentar su implicación en el proceso de aprendizaje de la Fisiología Animal. Las estrategias que hemos desarrollado confluyen en el empleo de metodologías activas y abarcan tanto el uso de herramientas de *software* en línea como el desarrollo de nuevas prácticas docentes, en el aula y en el laboratorio, para conseguir que el estudiante sea el protagonista del aprendizaje en Fisiología Animal.

Entre las estrategias propuestas se encuentran, por un lado, las estrategias basadas en herramientas digitales, como continuación del proyecto de innovación educativa realizado en el curso 22/23 (nº 200) titulado: “Uso de herramientas digitales educativas online para promover un aprendizaje activo de la Fisiología Animal (DIGIFSIO)”, y depositado en docta complutense: <https://hdl.handle.net/20.500.14352/88073>, entre las que se encuentran: a) el uso de **Wooclap**, con el principal objetivo de dinamizar la clase y b) profundización en el uso de **Miro**, como aplicación que fomenta el aprendizaje colaborativo mediante el trabajo a tiempo real sobre un mismo lienzo, creando una pizarra colaborativa.

Por otro lado, a partir de la información recogida en las encuestas al estudiantado, propusimos el diseño de las siguientes estrategias educativas: c) desarrollo de una **escape room educativa**, con el fin de reforzar conceptos de los bloques temáticos más complejos y fomentar de modo lúdico su curiosidad e interés por la asignatura y d) refuerzo de los **procedimientos experimentales** en el laboratorio, para sustituir una serie de prácticas de laboratorio en las que las simulaciones de ordenador se hacen insuficientes para la adquisición de las competencias de la asignatura y son poco motivadoras para el alumnado.

Así, como objetivos específicos, se plantearon:

1. Aumentar la formación del profesorado en la adquisición de las competencias que les permitan diseñar actividades didácticas de carácter innovador e implementarlas en el entorno docente.

2. Mejorar la labor docente del profesorado con herramientas que dinamicen la transmisión de contenidos.
3. Promover la motivación y participación de los estudiantes, incentivando su papel activo, su creatividad y su capacidad de análisis crítico mediante el aprendizaje basado en problemas, tanto en las aulas como en los laboratorios.
4. Mejorar la comunicación directa del estudiantado con el profesorado, generando una interacción docente-estudiante más cercana.
5. Mejorar la percepción de la asignatura a través de la implementación de una serie de estrategias que dinamicen las sesiones, reduciendo la pérdida de atención y concentración frente a los contenidos de mayor complejidad de la asignatura.
6. Diseñar y generar recursos específicos utilizando una serie de estrategias educativas aplicadas en el campo de la Fisiología Animal, que puedan ser compartidos entre docentes y disponibles para su uso en el futuro en la mejora de la labor docente.
7. Difundir y transferir los resultados obtenidos con la ejecución del proyecto para compartir las ventajas del uso de las estrategias docentes a toda la comunidad educativa, posibilitando su implementación en otros ámbitos de conocimiento.

2. Objetivos alcanzados

El desarrollo de las estrategias educativas propuestas se ha llevado a cabo de forma exitosa logrando alcanzar los objetivos específicos y, de esta forma, también el objetivo general.

Con el fin de alcanzar los dos primeros objetivos específicos, relacionados con la formación y mejora de la labor docente, desde el inicio del curso, en septiembre de 2023, los diferentes equipos de trabajo han llevado a cabo reuniones periódicas para diseñar e implementar las estrategias educativas propuestas y sacar el máximo partido a su carácter innovador y dinamizador en el aula. Así, en cuanto al uso de herramientas digitales, este ya había sido abordado previamente en el proyecto nº 200, del curso anterior, por lo que la mayor parte del equipo docente, que también participó en dicho proyecto (exceptuando dos profesores de reciente incorporación), tenía experiencia en este tipo de aplicaciones y su implementación en el aula. En lo que respecta a Wooclap, al tratarse de una herramienta novedosa para la mayor parte del equipo, se llevaron a cabo sesiones de formación dirigidas por algunos docentes que habían sido instruidos previamente en esta aplicación gracias a determinados cursos que imparte la UCM. En el caso de Miro, el equipo había trabajado previamente en esta herramienta en el proyecto realizado el año anterior, por lo que esta experiencia previa nos permitió profundizar en su uso y diseñar actividades diferentes en base a la experiencia previa obtenida en el curso anterior. Por otro lado, los equipos encargados de diseñar e implementar las actividades relacionadas con la *escape room* educativa y las nuevas

prácticas de laboratorio llevaron a cabo una búsqueda exhaustiva de información y realizaron numerosas reuniones para fundamentar ambas actividades y asegurar su rigor académico. En el caso del diseño de la *escape room* educativa, algunos de los docentes del equipo habían participado en el desarrollo de este tipo de actividades previamente. Una vez que los equipos habían asentado las bases para ambas estrategias, se desarrollaron sesiones de formación para todos los miembros del proyecto, proporcionando así las herramientas necesarias para que el profesorado adquiriese estas competencias y pudiese desarrollarlas en el aula.

La implementación de las estrategias educativas descritas se llevó a cabo de forma satisfactoria, y un gran número de estudiantes de la asignatura de Fisiología Animal participó en las distintas actividades propuestas. En el caso de Wooclap tanto la implementación como la participación fueron muy elevadas, mientras que en el caso de MIRO se limitó a dos grupos de teoría. La *escape room educativa* se desarrolló sólo en un grupo de teoría por las características propias de la actividad mientras que el refuerzo de procedimientos experimentales se llevó a cabo con el desarrollo de una nueva práctica de laboratorio que sustituía a una simulación por ordenador y que se implementó en todos los grupos de estudiantes de la asignatura (20 grupos). Con el fin de evaluar el desarrollo del proyecto y valorar el grado de satisfacción respecto a las herramientas implementadas, se diseñaron encuestas tanto para docentes como para el estudiantado. Los resultados de estas encuestas (que serán comentadas posteriormente) junto con la elevada participación de los estudiantes y su papel activo en ellas, nos permiten afirmar que los objetivos específicos relacionados con el papel del estudiantado, su motivación, percepción y una mejora de la comunicación con el docente han sido alcanzados satisfactoriamente.

Respecto a los recursos generados fruto del desarrollo del proyecto, todas las estrategias implementadas han dado lugar a material docente que ha sido compartido ya entre el claustro, incluidos los profesores que no forman parte del proyecto, pero que si imparten docencia en la asignatura, y está a su disposición para su implementación en los siguientes cursos. De esta forma, respecto a Wooclap, se han generado tres bloques de diapositivas con preguntas de tres prácticas diferentes de laboratorio, además de varios bloques con diapositivas que contienen cuestiones relativas al refuerzo de diferentes partes del temario. En cuanto a Miro, se han generado lienzos con las actividades para que los alumnos refuercen determinados contenidos y, además, también se han almacenado los lienzos realizados por parte de los alumnos y por parte de los docentes. Para llevar a cabo la *escape room* educativa, se adquirieron determinados materiales y se realizó un guión explicativo de la actividad, estando todo ello disponible para su uso en el futuro tanto en la asignatura Fisiología Animal como quizás para llevar a cabo su adaptación a otros niveles, ya sea Máster o incluso para otros talleres dirigidos a público menos especializado. Por último, en el desarrollo de la nueva práctica de laboratorio también se han adquirido los materiales necesarios y se han desarrollado guiones de la práctica para el estudiantado y para el profesorado.

En cuanto a la difusión y transferencia de los resultados, hemos realizado un video corto en el que explicamos los aspectos principales del proyecto, promovido por el Vicedecanato de Calidad, Innovación y Sostenibilidad de nuestra Facultad de Ciencias Biológicas, y ha sido incluido en el canal YouTube de la facultad

(<https://www.youtube.com/watch?v=8niBTd6oGcg>) y en su página web (<https://web.bioucm.es/innovadoc/index.php&s=1>). Además, estamos redactando una comunicación con los resultados del proyecto para presentarla al congreso internacional en el ámbito educativo ICERI (*17th Annual International Conference of Education, Research and Innovation*) que tendrá lugar en Sevilla del 11 al 13 de noviembre de 2024. Nuestra participación dará lugar a la publicación de un artículo a través de IATED (*International Academy of Technology, Education and Development*).

3. Metodología empleada en el proyecto

3.1. Diseño de las actividades

En el caso de Wooclap, los docentes adaptaron el material realizado con Mentimeter el curso anterior fruto del proyecto nº 200 a esta nueva aplicación que proporciona la UCM. Cada profesor preparó con anterioridad en la web (<https://www.wooclap.com/es/>) las diapositivas con las preguntas a realizar durante la clase y compartió dicha presentación con el resto de los docentes mediante un código y cambiando la configuración del evento (Anexo I). Los estudiantes debían escanear un código QR que se mostraba en pantalla o acudir a la página wooclap.com e introducir un código único que también aparecía en pantalla para acceder a la presentación y responder a las cuestiones. Los resultados aparecían en tiempo real en pantalla, lo que permitía al profesor responder al aprendizaje de los estudiantes al momento, ajustando los contenidos, resolviendo las dudas, y en definitiva, favoreciendo una mayor interacción profesorado/estudiantado.

Para llevar a cabo las actividades con Miro (Anexos II, III y IV) (<https://miro.com>), y teniendo en cuenta los aspectos del temario más complejos identificados en las encuestas a los estudiantes, las profesoras seleccionaron un tema de interés para desarrollar en el aula en seminarios de refuerzo. El tema elegido fue el sistema endocrino y el objetivo de la actividad consistió en que los estudiantes debían rellenar una tabla con todas las hormonas que habían sido objeto de estudio durante las sesiones teóricas previas y sus aspectos más importantes. Antes de llevar a cabo la sesión, los estudiantes fueron divididos en cuatro grupos de trabajo y a cada grupo se le proporcionó una lista de hormonas y los aspectos a desarrollar sobre cada una. Durante la sesión, cada grupo rellenó su tabla con las hormonas de su grupo, trabajando todos los grupos en el mismo lienzo en el que aparecían las cuatro tablas diferentes correspondientes a los cuatro grupos de hormonas. La actividad se llevó a cabo de forma presencial bajo la supervisión de la profesora que también tenía acceso al lienzo al mismo tiempo que los estudiantes avanzaban completando la información. El resultado final fue un conjunto de cuatro tablas en el que se encontraban las principales características de todas las hormonas tratadas en el aula previamente, que la profesora revisó y descargó en formato pdf para compartir con los estudiantes en el campus virtual. De esta manera los alumnos elaboran su propio material de estudio fidedigno y supervisado por su instructor, siendo el centro activo de su propio aprendizaje.

La *escape room* educativa generada en el ámbito de este proyecto se tituló: "Salvando a Ramón y Cajal" (Anexos V, VI y VII) y se realizó en un grupo de teoría, como parte de refuerzo del temario relacionado con el sistema nervioso en docencia de seminarios. En primer lugar, los profesores seleccionaron una serie de conceptos clave identificados

por los estudiantes por su mayor complejidad, y a partir de esta información, los docentes diseñaron una serie de pruebas que, una vez resueltas, iban desbloqueando nuevas cuestiones que resolver para encontrar el objetivo final. Se adquirió el material necesario para llevarlo a cabo y se realizó una prueba piloto para confirmar la viabilidad de la actividad con estudiantes voluntarios antes de su implementación en el aula. La realización de dicha prueba permitió modular ciertos aspectos de la actividad y confirmar que el tiempo requerido era el correcto. Antes de llevar a cabo la sesión se dividió a los estudiantes en cuatro equipos. La actividad se realizó en dos laboratorios de prácticas (previamente ambientados y equipados con el material específico preparado previamente) de forma simultánea. El equipo que resolvió todas las pruebas en el menor tiempo consiguió un premio simbólico (una pegatina de un cerebro para cada miembro del equipo) que se le entregó en la siguiente clase teórica. Todos los estudiantes que participaron firmaron un consentimiento informado de grabación y toma de imágenes.

El refuerzo de los procedimientos experimentales se realizó mediante la introducción de una actividad de experimentación con un modelo animal nuevo, no empleado hasta ahora en la asignatura, denominado *Daphnia magna* (pulga de agua), en sustitución a una simulación por ordenador (Anexo VIII). La nueva práctica comenzó a diseñarse desde el inicio del segundo cuatrimestre, adquiriéndose el material necesario para llevarlo a cabo, y tras varias sesiones en las que se puso a punto la técnica y se desarrolló el protocolo, se implementó en todos los grupos de prácticas como parte de la sesión práctica nº 8, denominada “Fisiología del corazón”, que hasta la fecha se desarrollaba en su totalidad mediante simulaciones por ordenador. Se redactó un nuevo guión de prácticas para los estudiantes con esta parte incorporada, y un guión para el profesorado, haciendo extensiva la formación en esta nueva práctica, así como los materiales desarrollados para la misma, a todos los profesores de la unidad docente.

Al final del curso y dependiendo de la herramienta a valorar, se elaboraron encuestas de opinión en Wooclap y a través de los formularios de Google con escala tipo Likert, tanto para los docentes como para los estudiantes, con el fin de evaluar las actividades realizadas y el grado de satisfacción de todos ellos. En el caso de los estudiantes, se incluyó además una valoración previa de algunas de las herramientas utilizadas (*escape room* y Miro) para evaluar las expectativas y experiencia previa del estudiantado, y cómo esta se modulaba tras la implementación en el aula de dichas innovaciones educativas.

4. Recursos humanos

El equipo que ha participado en este proyecto está formado por 9 docentes, algunos de reciente incorporación, 4 estudiantes de doctorado (3 de ellos ya doctores y actualmente trabajando en otra universidad), un miembro del PTGAS, 3 estudiantes de máster (uno de ellos del máster de formación del profesorado) y 6 estudiantes de grado (2 estudiantes de tercer curso y 4 estudiantes de cuarto curso), todos ellos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UCM, exceptuando una docente que pertenece a otra universidad. La mayor parte del equipo había participado previamente en el proyecto nº 200, del curso 22-23, del que es continuación el proyecto actual. Además, estos docentes participaron en el congreso de innovación docente ICERI 17th *Annual International Conference of Education, Research and Innovation* dando lugar a una publicación docente (DOI: [10.21125/ICERI.2023.0966](https://doi.org/10.21125/ICERI.2023.0966)). La participación de los estudiantes de máster y grado en el proyecto nos ha permitido tener contacto con la

realidad del estudiantado, y ser conscientes de los aspectos mejorables en el proceso de aprendizaje, así como de las debilidades y fortalezas de cada una de las actividades implementadas. Además, en el caso del desarrollo de las actividades de *escape room* y del refuerzo de los procedimientos experimentales ha resultado especialmente valiosa su participación para realizar pruebas piloto de estas actividades antes de su implementación, con el fin de detectar aspectos mejorables y confirmar su viabilidad.

El equipo participante está formado por las siguientes personas:

PDI del Dpto. Genética, Fisiología y Microbiología:

- Sánchez-Román Rojas, Inés (Responsable del proyecto)
- Barany Ruiz, André
- Chamorro Francisco, Susana
- Delgado Saavedra, María Jesús
- Gómez Boronat, Miguel
- López Torres, Mónica
- Sánchez-Camacho Blázquez, Cristina
- Soldevilla Navarro, Beatriz (en la actualidad ya no pertenece a la UCM).

PDI perteneciente a otra universidad (UEM):

- Muñoz Sáez, Emma

Estudiantes predoctorales:

- Alonso Gómez, Aitana (doctora en la actualidad y profesora en la UEM)
- Herrera Castillo, Lisbeth Carolina
- Madera Sánchez Diego (doctor en la actualidad y profesor en la UEM).
- Saiz Aparicio, Nuria (doctora en la actualidad y profesora en la UEM).

PTGAS:

- Rodríguez Benito, Teresa

Estudiantes de máster:

- Iturriaga Barrera, David
- Lavesa de Pablo, Carlos
- Liter Pérez, Alejandro

Estudiantes del Grado en Biología:

- Estrada Donate, Noa
- Fernández Rupérez, Laura
- González Rodríguez, Tanausú
- Herranz Clemente, Tania
- Minguela Rodríguez, Laura
- Montero Sánchez, Laura

5. Desarrollo de las actividades

La herramienta Wooclap ha sido integrada en este proyecto tanto en el aula, en dos grupos de teoría, como en el laboratorio, en 3 subgrupos de prácticas y en 3 sesiones diferentes (Anexo I). En las sesiones teóricas, ha sido utilizada en seminarios de refuerzo de determinados contenidos que habían sido identificados previamente en las encuestas realizadas al estudiantado como contenidos que generaban mayor dificultad de comprensión. Además, también ha sido utilizada al inicio de determinados bloques temáticos, para averiguar los conocimientos previos del estudiantado y captar su atención. Su incorporación en sesiones prácticas de laboratorio se ha llevado a cabo

con el objeto de dirigir la discusión de los resultados experimentales obtenidos en el laboratorio facilitando la participación de todos los estudiantes del grupo. Las presentaciones han sido compartidas entre los diferentes docentes, lo que ha agilizado y facilitado el trabajo entre los distintos profesores. Los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a los estudiantes sobre el uso de Wooclap en prácticas se muestran en la Figura 1. En general, los estudiantes valoraron de forma positiva el uso de esta estrategia para dirigir la discusión de resultados. Así, el 74% de los estudiantes encuestados (n=50) prefiere usar Wooclap en la discusión a no hacerlo, el 58% afirmó haber participado más en la discusión cuando se usaba esta herramienta, mientras que el 60% afirmó que le ayudaba a mantener la atención y al 68% le ayudaba a entender mejor los conceptos. Por otro lado, la gran mayoría de estudiantes (98%) consideró que la aplicación no era difícil de manejar lo cual es una ventaja fundamental para mantener la implementación de su uso.

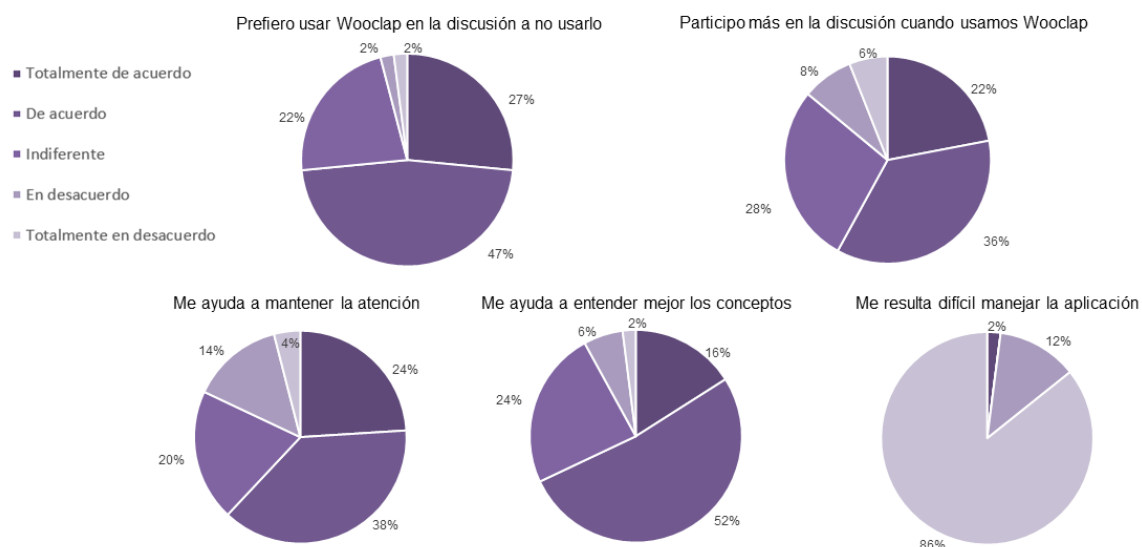


Figura 1. Resultados de la encuesta de opinión a los estudiantes (n=50) sobre el uso de Wooclap en prácticas de laboratorio.

Se realizó una actividad denominada: “Reforzando el sistema endocrino”, con la aplicación Miro en dos grupos de teoría. La temática elegida fue el sistema endocrino (Anexo II, III y IV) y los estudiantes elaboraron una tabla compuesta por cuatro subtablas en la que se indicaban los principales aspectos de las hormonas tratadas en clase. Los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a los estudiantes sobre el uso de Miro como seminario de refuerzo se muestran en el Anexo IV. Sin embargo, hay que destacar que el número de respuestas obtenidas fue muy bajo (n=6 de los 60 alumnos que participaron), por lo que su representatividad es muy escasa. Sólo el 33% de los estudiantes afirmó que la actividad aumentó su interés por la asignatura, mientras que para el 82% de los estudiantes la actividad les había ayudado a reforzar los conceptos y entenderlos, y habían usado los esquemas para estudiar. Además, el 33% de los estudiantes afirmó que el desarrollo de esta actividad no había aumentado su integración con el resto de los compañeros y que el uso de la aplicación no le había parecido sencillo. Entre las ventajas que los estudiantes citaron, destacamos que: *Permite revisar lo estudiado en clase de una forma en grupo, haciendo que el interés sea mayor, y Que es muy colaborativa y ponemos conocimientos en común, lo cual*

siempre es ventajoso para aprender. Entre los inconvenientes, y como se ha citado anteriormente, los estudiantes destacaron la complejidad de la aplicación, al contrario de lo observado con Wooclap.

Los estudiantes que participaron en la *escape room* educativa: “Salvando a Ramón y Cajal”, simularon ser estudiantes en el laboratorio de Ramón y Cajal con la misión de encontrar sus dibujos ocultos en algún lugar del laboratorio (Anexos V, VI y VII). Para ello, los estudiantes tenían que superar distintas pruebas relacionadas entre sí, una serie de enigmas y cuestiones relativas a los conocimientos impartidos en el programa correspondiente al sistema nervioso en teoría. Participaron 19 alumnos divididos en 4 equipos, de los cuales el que más rápido completó la sesión lo hizo en 23 min., mientras que los otros 3 equipos lo hicieron en un intervalo de 28 min 30 seg a los 30 min de tiempo límite máximo. Los resultados a las encuestas de valoración (n=20) arrojaron unos resultados muy satisfactorios (Figura 2). Así, el 100% de los estudiantes afirmaron que la actividad había aumentado su interés por la asignatura, les parecía una dinámica muy novedosa y útil para su aprendizaje a la vez que afirmaban que les gustaría que una actividad similar se introdujese en otros bloques de la asignatura. El 90-95% del estudiantado también estaba de acuerdo en que gracias a esta sesión habían reforzado los conceptos del bloque, les animaba a estudiar la asignatura y preferían esta manera de reforzar conceptos frente a una clase guiada por el profesor. En cuanto a la integración con sus compañeros, un porcentaje menor de estudiantes (aunque muy elevado), el 75% de ellos, afirmó que esta actividad había aumentado su colaboración con el resto de los estudiantes. Además, destacaron el papel innovador, interactivo y lúdico de dicha actividad y, entre sus ventajas citaron el refuerzo y el repaso de conocimientos, así como el aumento de interés por la asignatura que había suscitado su participación en dicha actividad.

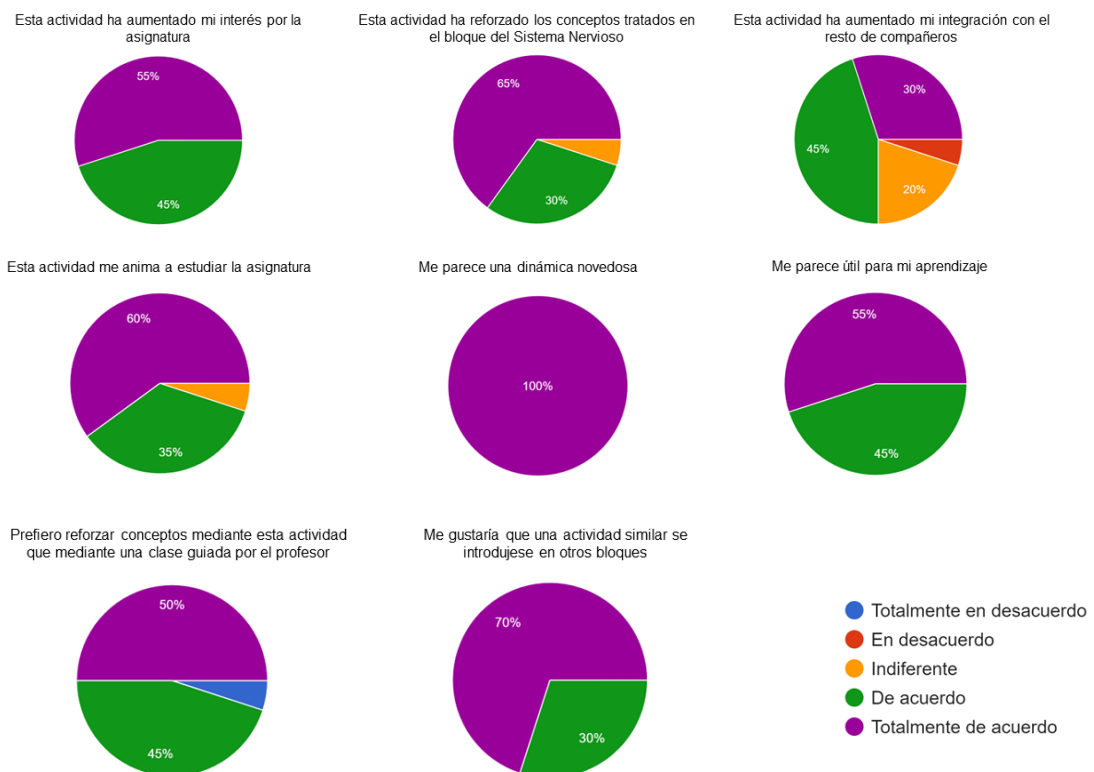


Figura 2. Resultados de la encuesta de opinión del estudiantado (n=20) sobre la *escape room* educativa “Salvando a Ramón y Cajal”.

Se reforzó la parte experimental de la docencia práctica con la introducción de un experimento con un modelo animal nuevo, *Daphnia magna*, no usado hasta ahora en la asignatura, para estudiar el efecto de la temperatura sobre la frecuencia cardíaca de dicho animal en sustitución a la simulación por ordenador que se venía desarrollando hasta el momento en la sesión nº 8 de prácticas denominada Fisiología del Corazón (Anexo VIII). Esta nueva práctica se llevó a cabo en todos los grupos de prácticas (20 grupos), por lo que todos los docentes implicados en prácticas de Fisiología Animal, formasen parte o no del proyecto de innovación docente, fueron formados en este nuevo procedimiento. Los resultados de las encuestas (Figura 3) realizadas entre los estudiantes (n=150) revelaron que la mayoría del estudiantado (98%) estaba de acuerdo en que la incorporación de los experimentos con este nuevo modelo animal había resultado útil para su aprendizaje, y el 85% sustituiría el uso de simulaciones con ordenador por nuevos experimentos incluyendo este nuevo modelo animal. Además, el 96% del estudiantado prefiere los experimentos con el modelo animal *D. magna* que con simulaciones por ordenador.

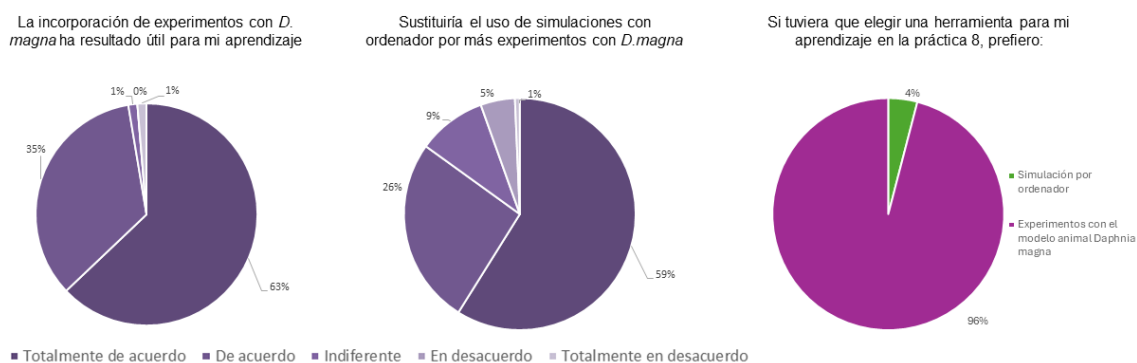


Figura 3. Resultados de la encuesta de opinión al estudiantado (n=150) sobre la utilización de *D. magna* como modelo experimental en la docencia práctica.

En cuanto al profesorado, se realizó la encuesta entre todos los docentes que forman parte del proyecto y otros profesores implicados en la docencia de la asignatura pero que no formaban parte del equipo implicado en este proyecto (Anexo IX). Así, en estas encuestas, de las 11 respuestas, 7 provienen de docentes que formaron parte del proyecto, y 4 que no formaban parte del mismo. Los resultados de la encuesta indicaron que la mayor parte del profesorado (90%) implementó alguna de las estrategias propuestas en el proyecto, el 81% aprendió a usar Wooclap, el 72% aprendió a desarrollar una *escape room* educativa y el 45% aprendió a usar Miro. Respecto al procedimiento experimental con *D. magna*, la totalidad de los profesores encuestados ha aprendido un nuevo procedimiento experimental con un modelo animal diferente a los empleados hasta ahora. La gran mayoría de los docentes que han participado en la encuesta creen que las estrategias propuestas son buenas herramientas para la docencia y se plantean la incorporación de alguna de ellas para sus clases en el próximo curso. El análisis global del proyecto indica que los estudiantes están satisfechos con el desarrollo de las diferentes estrategias propuestas y piensan que todas han resultado útiles para su aprendizaje, siendo las estrategias con resultados más positivos el desarrollo de una *escape room* educativa y la incorporación de experimentos con *D. magna* como nuevo modelo experimental. Entre los docentes destaca la formación tanto de los profesores del equipo docente como de parte del profesorado de la unidad y la previsión de incorporar alguna de las estrategias citadas el curso 2024-25.

6. Anexos

ANEXO I: FICHA DE ACTIVIDADES REALIZADAS CON WOOCCLAP

ACTIVIDADES EN WOOCCLAP

RESUMEN	<p>Esta herramienta se usó fundamentalmente en sesiones prácticas en el laboratorio para la discusión de resultados y en las clases de teoría con el fin de conocer las ideas previas al inicio de cada tema y reforzar los contenidos identificados como más difíciles para el estudiantado.</p> <p>Además, algunos de los cuestionarios de opinión para evaluar las actividades realizadas por los estudiantes y el profesorado se llevaron a cabo también utilizando esta herramienta.</p> <p>Los resultados de estos cuestionarios muestran que los estudiantes consideran que prefieren usar Wooclap en la discusión a no usarlo, que participan más en la discusión cuando se usa esta herramienta y que les ayuda a mantener la atención y a entender mejor los conceptos. Los profesores estaban de acuerdo con que es una buena herramienta para la docencia.</p>
OBJETIVOS CONCRETOS	<ul style="list-style-type: none">- Aumentar la formación del profesorado en el uso de la herramienta digital WOOCCLAP y su manejo en el proceso de enseñanza/aprendizaje.- Aumentar la motivación y participación de todos los estudiantes, incentivando su papel activo tanto en el aula como en el laboratorio.- Crear nuevas vías de comunicación con los estudiantes, establecer conexiones que reduzcan su pérdida de atención y concentración frente al contenido académico.- Aumentar la comprensión de los contenidos de la asignatura.- Generar recursos específicos utilizando las herramientas seleccionadas, centrados en los contenidos de la asignatura de Fisiología Animal, que puedan ser compartidos entre docentes.
GRUPOS DE EJECUCIÓN	<p>Se ha usado principalmente en 3 sesiones prácticas con 3 grupos diferentes de unos 30 estudiantes cada uno.</p>
COMPETENCIAS CLAVE	<ul style="list-style-type: none">- Defender los puntos de vista personales apoyándose en conocimientos científicos. (CT9)- Integrar creativamente conocimientos y aplicarlos a la resolución de problemas biológicos utilizando el método científico. (CT10)- Reconocer y valorar los mecanismos y estructuras de funcionamiento, los organismos y sistemas biológicos. (CG1)- Explicar y analizar los fenómenos esenciales, conceptos, principios y teorías relacionados con la Biología. (CG5)- Analizar y resolver problemas cualitativos y cuantitativos en el área de la Biología. (CG6)

- Evaluar, interpretar y sintetizar datos e información biológica. (CG8)
- Demostrar una base sólida y equilibrada de conocimientos sobre materiales de laboratorio y de la Naturaleza, junto con habilidades prácticas en ambos entornos. (CG9)
- Interpretar datos procedentes de observaciones y medidas en términos de su significación y de los modelos explicativos que las apoyan. (CG12)

**DURACIÓN
(para los
estudiantes)**

15 minutos al final de cada sesión práctica en la mayor parte de las ocasiones.

**MATERIAL Y
ESPACIOS**

Los estudiantes sólo necesitan un dispositivo electrónico que puede ser un teléfono móvil. Además, el profesor/a responsable debe preparar previamente las cuestiones usando la herramienta Wooclap.

**PROCEDIMIENTO
DE EJECUCIÓN**

Tras la realización de la parte práctica de cada sesión y la obtención de los resultados, se pide a los estudiantes que utilicen su teléfono móvil y escaneen un código QR o introduzcan un determinado código (que proporciona la aplicación) en la página web wooclap.com. El o la profesora presenta diferentes cuestiones relativas a la sesión práctica usando Wooclap que los alumnos visualizan en su teléfono móvil y contestan. Las respuestas aparecen en tiempo real y permiten al profesor/a comprobar si todos los estudiantes han comprendido los conceptos de la práctica o si existe alguna interpretación errónea. De ese modo, la discusión de los resultados se va adaptando y modificando en función de las respuestas de los estudiantes. Dado que las respuestas son anónimas, los estudiantes contestan con libertad y participan activamente, incluidos aquellos que por timidez no lo harían si fuese de forma oral.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que un docente realice la presentación y la comparta con el resto de docentes. Para ello es necesario cambiar la configuración del evento y compartir un código único. Si el objetivo es acumular las respuestas sin diferenciar las respuestas de cada grupo, se puede usar la misma presentación. Sin embargo, si se quieren analizar las respuestas de cada grupo por separado, es recomendable duplicar la presentación y generar una nueva. Se recomienda bloquear la visualización de las contestaciones mientras que los estudiantes están respondiendo. Esto se puede realizar mediante un *click* en el icono de la izquierda de resultados. Esta acción evita que los estudiantes respondan copiando lo que contesta la mayoría sin realmente aplicar su criterio. Estas presentaciones también se pueden integrar en las presentaciones de *power point* e intercalar las diferentes preguntas entre las diapositivas para que vayan apareciendo según se avanza.

ANEXO II: FICHA DE ACTIVIDADES REALIZADA CON MIRO

ACTIVIDADES EN MIRO

RESUMEN	Por EQUIPOS DE 6-8 PERSONAS, los estudiantes deben rellenar una tabla con los contenidos trabajados previamente en el aula sobre el tema propuesto: Sistema endocrino. Cada equipo tiene una lista de hormonas y de características que rellenar para cada hormona. Como la aplicación permite trabajar de forma simultánea a todos los equipos de estudiantes, puede realizarse una supervisión en tiempo real, haciendo comentarios o preguntas para dirigir el trabajo de los estudiantes si es necesario. Al finalizar la actividad, las tablas realizadas por cada equipo se comparten con el resto de la clase para que puedan ser utilizados para estudiar la asignatura y ayudar a integrar conceptos.
OBJETIVOS CONCRETOS	<ul style="list-style-type: none">- Fomentar la motivación por el aprendizaje en Fisiología animal a través de una participación activa y cooperativa.- Para cada una de las actividades diseñadas, favorecer la comprensión de los contenidos tratados.- Generar mapas conceptuales que faciliten el estudio de los temas propuestos.- Favorecer la integración de conceptos de distintos temas, aplicados a un concepto general de la Fisiología en el organismo.
GRUPOS DE EJECUCIÓN	La actividad puede ejecutarse en cualquier asignatura, en este caso se aplicó en Fisiología Animal, en grupos de 60 estudiantes (de forma presencial asistían aproximadamente 45 estudiantes). Según nuestra experiencia, sería recomendable trabajar con grupos de 30 estudiantes y poder dedicar una duración mayor a esta actividad. En grupos más reducidos puede aplicarse, pero se abarcaría menos contenido, pues cada equipo genera un mapa conceptual, y la puesta en común es un valor añadido en esta actividad.
COMPETENCIAS CLAVE	<ul style="list-style-type: none">- Adquirir capacidad de organización, planificación y ejecución. (CT11).- Desarrollar la capacidad de trabajo autónomo o en equipo en respuesta a las necesidades específicas de cada situación. (CT12).- Evaluar, interpretar y sintetizar datos e información fisiológica. (CG8)- Explicar y analizar los fenómenos esenciales, conceptos, principios y teorías relacionados con la fisiología. (CG5).
DURACIÓN (para los estudiantes)	50 minutos presencial y unos 30 minutos (optativos) de forma no presencial.
MATERIAL Y ESPACIOS	Se requiere de aulas con equipos informáticos, o de equipos portátiles con conexión a internet. Se necesita un ordenador por cada equipo de unas 6 personas. Además, el profesora/a responsable debe preparar previamente el material de partida para cada mapa conceptual.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Previamente al desarrollo de la sesión se divide a los estudiantes por equipos y se les indica la relación de hormonas sobre las que van a trabajar.

El día de la sesión, durante los 5 primeros minutos, se explica a los estudiantes cómo funciona la aplicación MIRO y cómo registrarse con su cuenta UCM. A continuación, se les indica sobre qué parte del lienzo deben trabajar. Cada equipo tiene por tanto una tabla inicial que rellenar, pero todas confluyen en el mismo lienzo.

El profesora o profesora responsable va supervisando en tiempo real el trabajo de los estudiantes. La aplicación permite una interacción directa estudiante-profesor o entre los propios estudiantes mediante distintos tipos de iconos (de sorpresa, de refuerzo, de interrogación, etc.) que permiten a los estudiantes una retroalimentación en el propio trabajo, y una reflexión con la posibilidad de ir modificando su aprendizaje.

Cuando se han finalizado las tablas, se hace una puesta en común donde cada equipo explica sus resultados al resto del grupo. Si es necesario se puede dar un plazo fuera del aula para completar y revisar su trabajo.

Las tablas se comparten finalmente con todo el grupo a través del Campus Virtual.

RECOMENDACIONES

Se recomienda organizar los equipos antes del día de la actividad (subiendo esta información al Campus Virtual), de forma que al llegar al aula cada equipo sabe cómo situarse y con quién trabajará.

Esta herramienta se puede usar en remoto, fijando tiempos de trabajo para los estudiantes y para la supervisión por el profesorado. Sin embargo, es recomendable hacerlo de forma presencial, para favorecer la cooperación entre estudiantes y la motivación por el contenido de la asignatura, lo que además facilita las interacciones estudiante-estudiante, y estudiante-profesor/a, que en remoto no se producen.

Con el objeto de guiar a los estudiantes, se recomienda que la persona que supervisa haya completado previamente una tabla para cada grupo de hormonas. No obstante, también se recomienda dejar libertad para tener una retroalimentación de qué conceptos son capaces de conectar los estudiantes entre diferentes temas. Por este motivo se propone trabajar en un lienzo único que pueda ser visible para todos a la vez.

Aspectos principales para completar con respecto a cada hormona



Figura A2: Tabla final (Grupo 1) rellena

	TEJIDO ENDOCRINO (origen)	naturaleza química	SÍNTESIS, ALMACENAMIENTO, secreción,	TRANSPORTE
Hormona estimulante de melanocitos MSH	PARS intermedia en peces y anfibios. En humanos en el hipotálamo (cél. melanotropas)	Peptídica	Prehormona (RE) + prohormona POMC (AG, vesícula) exocitosis	Libre
Hormona resecretorética ACTH	Adenohipófisis (cél corticotropas)	Peptídica	Prehormona (RE) + prohormona POMC(AG, vesícula) exocitosis	Libre
Hormona luteinizante LH	Adenohipófisis (cél. gonadotropas)	Peptídica	Prehormona (RE) + prohormona (AG, vesícula) exocitosis	Libre
RENINA	Sistema yuxtaglomerular del riñón	Peptídica	Prehormona (RE) + prohormona (AG, vesícula) exocitosis	Libre
GLUCAGÓN	Células alfa del páncreas endocrino	Peptídica	Prehormona (RE) + prohormona (AG, vesícula) exocitosis	Libre
Hormona paratiroidea (PTH) PARATOHORMONA	Células principales de las glándulas paratiroideas	Peptídica	Prehormona (RE) + prohormona (AG, vesícula) Producción continua, no se almacena	Libre
Cortisol Corticosterona GLUCOCORTICOIDES	Zona fasciculata de la corteza adrenal (tejido esteroideogénico)	Esteroidea	A partir de colesterol, según demanda	Unidos a proteínas de transporte (como la transcortina)

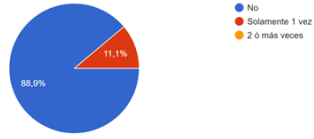
tipo de receptor	REGULACION SECRECIÓN (principales estímulos)	principales ACCIONES Y TEJIDOS DIANA
Receptor de membrana	Necesidad de cambio de color en ciertos animales como peces y reptiles para cambios de color. Inhibe la DA, estimula CRF control de los ritmos diarios	Oscurecimiento en anfibios, reptiles y peces (dispersión de los melanosomas y estimula la síntesis de melanina). Reduce el apetito.
Receptor de membrana	CRF (o CRH) Ritmo circadiano	Estimula la secreción de glucocorticoides y mineralocorticoides en el tejido adrenocortical
Receptor de membrana	GnRH	Estimula la producción de hormonas sexuales en las gónadas masculinas y femeninas, estimula la ovulación y el desarrollo del cuerpo lúteo.
Receptor de membrana	Disminución del flujo sanguíneo en la arteria aferente glomerular renal, disminución de Na ⁺ plasmático, estímulos simpáticos	Rompe el angiotensinógeno, produciendo angiotensina I, que dará lugar a angiotensina II, que induce la liberación de aldosterona, entre otros...
RReceptor de membrana	El páncreas libera glucagón al disminuir los niveles de glucosa (en ayuno).	Hiperglucemiante Promueve glucogenólisis y gluconeogénesis
Receptor de superficie	Disminución de niveles de calcio en sangre (hipocalcemia)	Aumenta la reabsorción renal de calcio, la resorción ósea y la activación de vitD a calcitriol en el riñón. Eleva la concentración de Ca ²⁺ en sangre.
Receptor intracelular, nuclear (diversos tipos celulares)	- Estrés - Ritmo circadiano (Liberación tónica) - CRH /ACTH (Feedback negativo)	Hiperglucemiante Aumenta glucogenólisis y gluconeogénesis Aumenta catabolismo de proteínas y grasas Disminuye actividad inmunitaria Acción mineralocorticoide en peces.

- MSH
- ACTH
- LH
- RENINA
- GLUCAGÓN
- PARATOHORMONA
- GLUCOCORTICOIDES

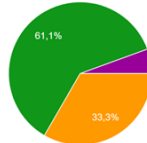
ANEXO IV: Valoración estudiantes de la actividad MIRO: “Reforzando el sistema endocrino”

Valoración previa (n=18)

He usado una pizarra colaborativa online (tipo Jamboard) anteriormente

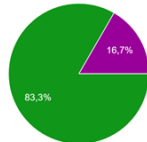


Esta actividad aumentará mi interés por la asignatura

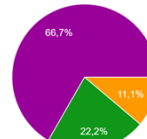


- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

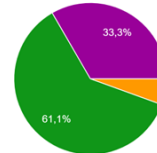
Aumentará mi conocimiento sobre la materia impartida



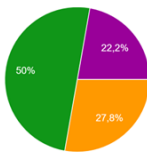
Usaré los esquemas finales para estudiar la asignatura



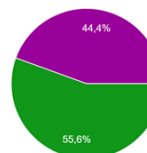
Me parece una actividad novedosa



Aumentará mi colaboración con el resto de los compañeros

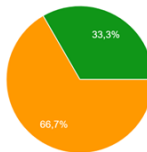


Será útil para mi aprendizaje

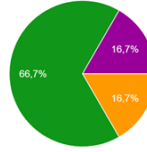


Valoración posterior (n=6)

Esta actividad ha aumentado mi interés por la asignatura

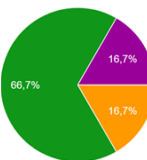


Esta actividad ha reforzado los conceptos tratados en el bloque del Sistema Endocrino

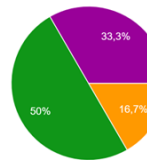


- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indiferente
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

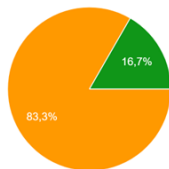
Rellenar las tablas usando la pizarra virtual me ha servido para entender mejor los conceptos



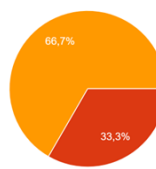
He usado los esquemas finales para estudiar la asignatura



Me parece una actividad novedosa

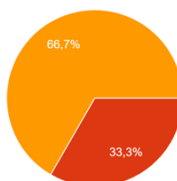


Ha aumentado mi integración con el resto de los compañeros

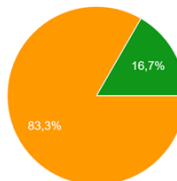


- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

El uso de la pizarra colaborativa Miro me ha parecido sencillo

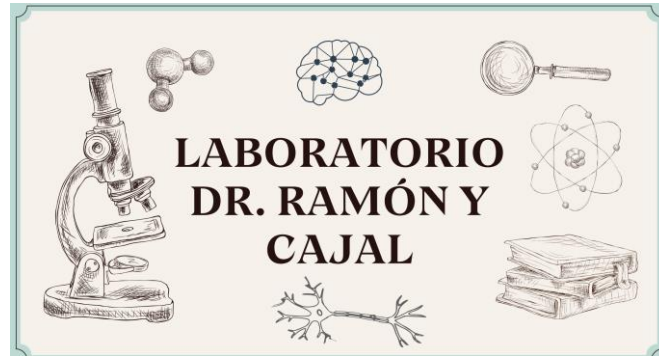


Ha sido útil para mi aprendizaje



ANEXO V: Desarrollo de la *Escape Room* Educativa: “Salvando a Ramón y Cajal”

Ambientación: La actividad está inspirada en el laboratorio de Ramón y Cajal, en el que sus dibujos permanecen ocultos y las indicaciones para encontrarlos van apareciendo a medida que se van resolviendo los enigmas propuestos. Se preparó una ambientación sencilla con una serie de carteles y de objetos acorde a dicha ambientación y de los que algunos formaban parte de los enigmas y otros no.



Cartel situado a la entrada al laboratorio

ESCAPE ROOM



4 EQUIPOS
30 MINUTOS

¿PODRÁS SALVAR LOS DIBUJOS DE RAMÓN Y CAJAL Y LLEVARTE EL PREMIO?



EQUIPOS

DISRUPTORES ENDOCRINOS	LOS PARASIMPÁTICOS	CORTISOLES	LOS NEURONITAS
------------------------	--------------------	------------	----------------

LABORATORIOS 18 Y 22 FISIOLÓGIA ANIMAL MIÉRCOLES 15 NOVIEMBRE 16.30-17.30

Cartel anunciador de la *Escape room*

Instrucciones: Los estudiantes fueron recibidos por uno o una de los docentes, que simulaban ser becarios de Ramón y Cajal y les introducían en la historia, relatándoles que Ramón y Cajal había sido secuestrado y los estudiantes tenían que encontrar sus dibujos para ponerlos a salvo del malvado científico que había secuestrado al científico para robarle sus dibujos.

Diagrama de flujo: Se planificó una estrategia lineal y competitiva enfrentando a 2 equipos de estudiantes en espacios separados.

Itinerario: El orden de resolución era único y se debía resolver una prueba para llegar a la siguiente.

Pruebas y pistas:

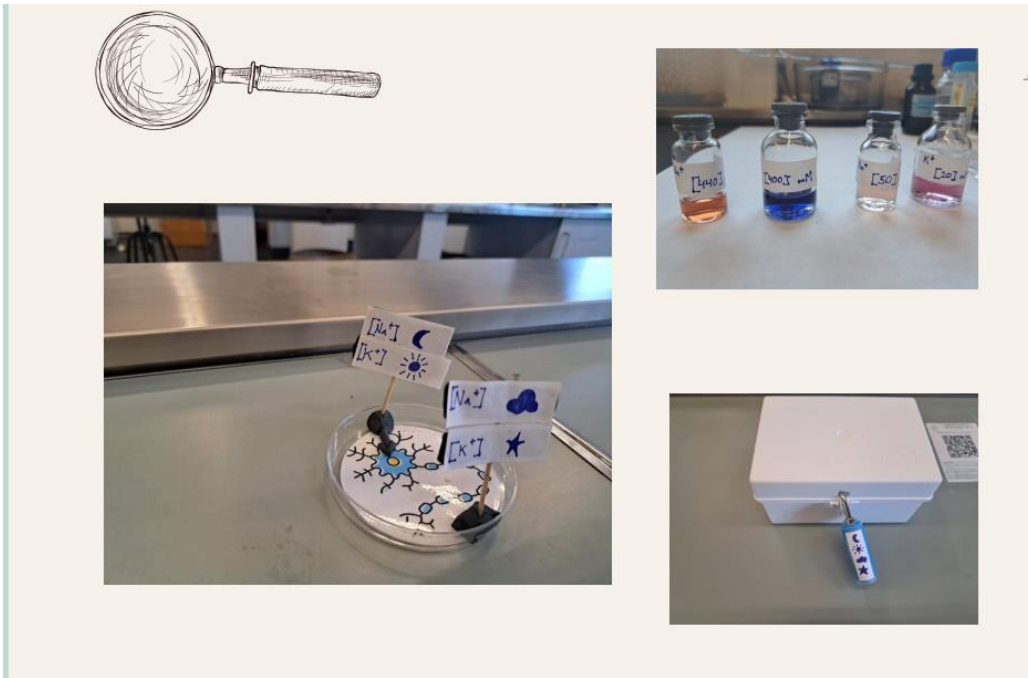
Primera pista:

Los estudiantes debían ponerse la bata (el o la docente podría ayudarle indicándole que tenía que hacer lo primero que se debe hacer al entrar a un laboratorio) que se encontraba colgada en el perchero al entrar en el laboratorio. En el bolsillo de la bata encontrarían la primera pista: un papel en el que podía leerse: Lo primero es la neurona.



Primera pista

Esta pista conducía a la primera prueba, que consistía en una simulación de una neurona en una placa Petri con unos carteles adornados con una serie de dibujos distintivos y que indican distintos iones en diferentes compartimentos. Para poder asignar los dibujos, que aparecen en el primer candado de la primera caja, a una serie de números, los estudiantes debían encontrar los botes señalados con los distintos iones y sus concentraciones y asignar correctamente estos en los diferentes compartimentos de la neurona en reposo. De esta manera se pretendía repasar el concepto de potencial de membrana en reposo y concentraciones iónicas, base para entender la fisiología neuronal.



Primera prueba

La apertura de la primera caja llevaba a los estudiantes a una segunda pista en la que aparecían descripciones de distintas funciones asociadas a dibujos distintivos y al lado de un dibujo de un encéfalo humano.

SEGUNDA PISTA



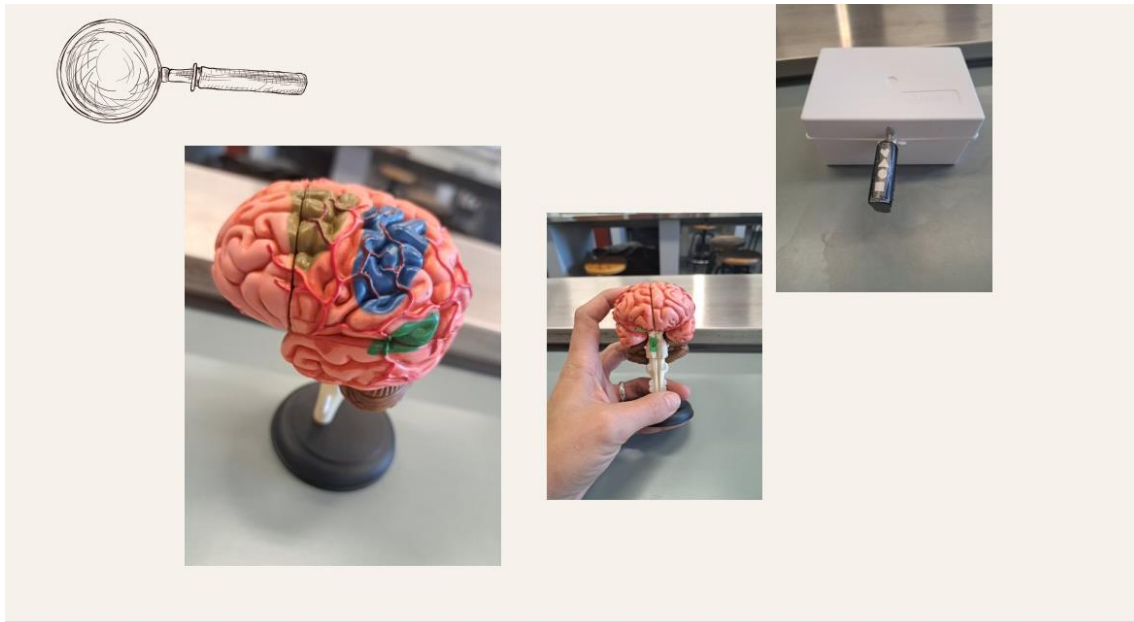
ATRÉVETE A HURGAR



-  Me encargo de la coordinación motora y estoy muy desarrollado en aves y mamíferos.
-  Estoy más desarrollado en mamíferos y en especial homínidos. ¡Me han atribuido la responsabilidad de desarrollar los rasgos de la personalidad!
-  Estoy relleno de líquido (y no es sangre).
-  Soy fundamental para la vida. ¡Controlo la respiración!

Segunda pista

Los estudiantes debían buscar el modelo de encéfalo y desmontarlo para encontrar las partes a las que hacían referencia las distintas descripciones de sus funciones. En el modelo de encéfalo las distintas partes estaban marcadas con diferentes números, que habría que asignar a los dibujos para el segundo candado que abriría la segunda caja.



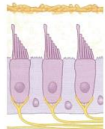
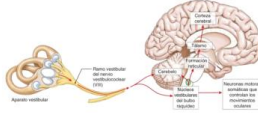
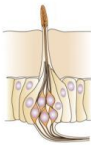

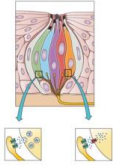
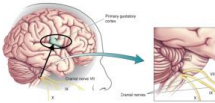



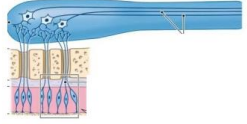


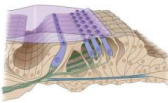
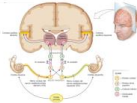




Segunda prueba

La apertura de la segunda caja llevaba a los estudiantes a la tercera pista y prueba en la que aparecían una serie de piezas de un puzle que debían ser correctamente encajadas y, al darle la vuelta, se muestra una determinada clave. En la pista aparecía el dibujo de un ordenador, que pretendía dar una ayuda sobre dónde debían introducir dicha clave. El puzle se conformaba cuando los esquemas de los receptores sensitivos se encajaban correctamente con la sensación transmitida, la vía nerviosa o el animal característico que tenía determinados tipos de receptores.



Tercera pista

Pelos sensitivos (mecanorrecepción)			EQUILIBRIO		
Receptores olfativos (quimiorrecepción)			GUSTO		
Receptores rabdoméricos (fotorrecepción)			OLFATO		
Neuromasto (Mecanorrecepción)			AUDICIÓN		
			VISTA		

Tercera prueba

Una vez obtenida la clave, los estudiantes debían introducirla para acceder al usuario Ramón y Cajal en el ordenador del laboratorio. La cuarta pista y prueba a la vez consiste en una serie de tarjetas con preguntas sobre la contracción muscular. En estas tarjetas las posibles respuestas se sitúan al lado de un agujero perforado en la tarjeta. Los estudiantes debían colocar cada tarjeta sobre la pantalla del ordenador y elegir el número que aparecía a través del agujero de la tarjeta y que señalaba la respuesta correcta. Los cuatro números obtenidos conformaban una clave para acceder a la última pista y se obtenía al abrir un documento llamado: "Archivos ocultos de Ramón y Cajal".

En mamíferos la llegada de un potencial de acción a una motoneurona somática produce la liberación de _____ que se une al receptor _____ en la placa terminal motora:



- Acetilcolina / Muscarínico
- Adrenalina / Adrenérgico
- Acetilcolina / Nicotínico
- Glutamato / AMPA

El potencial de acción muscular se desplaza por los túbulos T y altera la conformación de los receptores DHP y RyR, induciendo la liberación de _____ desde el _____

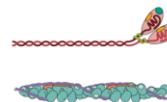


- Sodio / Retículo sarcoplásmico
- Sodio / Retículo endoplásmico
- Calcio / Líquido extracelular
- Calcio / Retículo sarcoplásmico

El calcio se une a la:



Las cabezas de _____ llevan a cabo el golpe activo y producen el deslizamiento de los filamentos de _____ al centro.

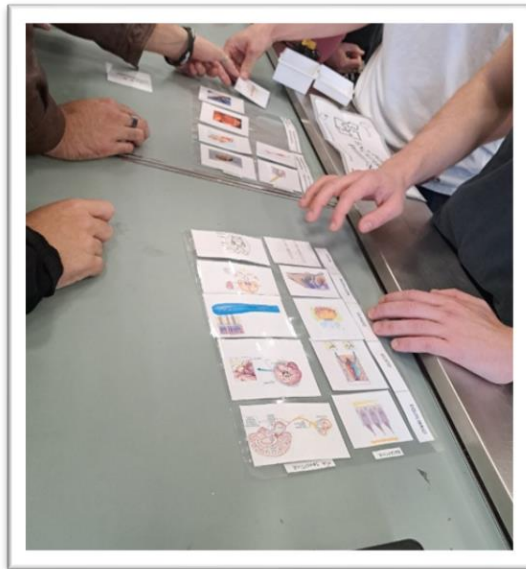


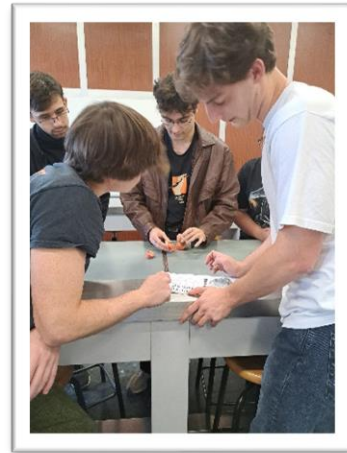
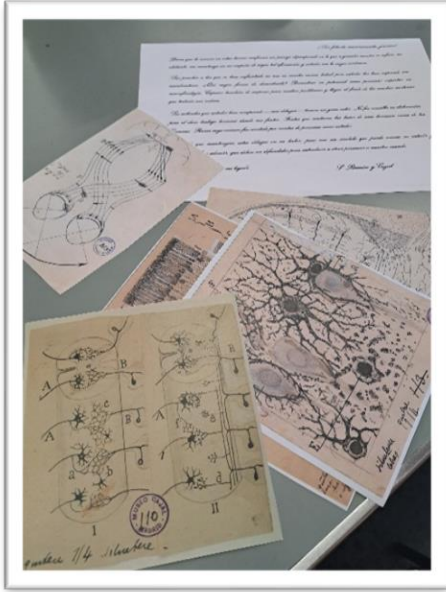
- Troponina
- Actina
- Tropomiosina
- Miosina
- Actina/Miosina
- Miosina/Actina
- Tropomiosina/Actina
- Miosina/Miosina

Cuarta prueba

Una vez abierto el documento con los archivos ocultos se indicaba dónde encontrar los dibujos.

ANEXO VI: Experiencia *Escape Room* Educativa



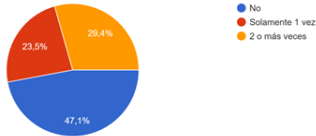


Fotografías tomadas durante el desarrollo de la actividad

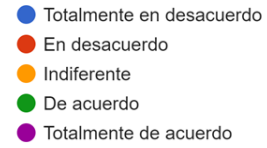
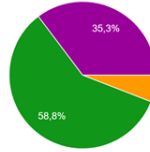
ANEXO VII:

Valoración previa *Escape room* (n=18)

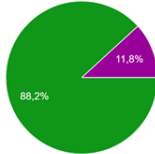
He participado en un *escape room* anteriormente (de cualquier ámbito)



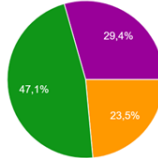
Esta actividad aumentará mi interés por la asignatura



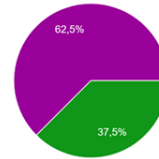
Aumentará mi conocimiento sobre la materia impartida



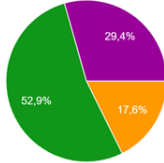
Me animará a estudiar la asignatura



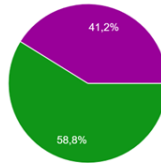
Me parece una actividad novedosa



Aumentará mi colaboración con el resto de los compañeros



Será útil para mi aprendizaje



ANEXO VIII: Guion nueva práctica en la Sesión 8

Parte 2. EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA FRECUENCIA CARDÍACA DE *DAPHNIA MAGNA*

Daphnia magna (pulga de agua) es un pequeño crustáceo dulceacuícola, que habita en ecosistemas hídricos, y es un organismo modelo muy utilizado en acuicultura y acuariofilia, así como en investigación científica. El exoesqueleto de este crustáceo es transparente, lo que nos permite observar sus órganos a la luz de una lupa binocular o un microscopio. El corazón se sitúa por encima de la cámara reproductora, y a pesar de ser uno de los más pequeños del mundo animal, su ritmicidad compite por ser una de las más altas (en torno a 200 latidos/minuto).



OBJETIVOS

1. Observar la contractilidad cardíaca *in vivo* en *Daphnia magna*. Medir la frecuencia cardíaca en latidos/minutos.
2. Estudiar el efecto de la temperatura sobre la frecuencia cardíaca.

PROCEDIMIENTO

- Colocar unas hebras de lana de vidrio en las placas excavadas.
- Transferir un ejemplar de *Daphnia* con ayuda de la pipeta de plástico (el animal debe quedar cubierto por una gota de agua).
- Identificar la posición del corazón situado en el dorso por encima del intestino y anterior al saco reproductor.

- Registrar la frecuencia cardíaca durante 10 s. Anotar en la Tabla 1 el resultado en latidos/minuto (frecuencia del grupo Control a temperatura ambiente). Realizar 2 determinaciones.
- Exponer el animal a 15 °C (10°C inferior a la temperatura control/ambiental) durante 5 min. Registrar la frecuencia cardíaca (realizar 2 determinaciones). Anotar el resultado en la Tabla 1.
- Exponer el animal a 5°C (20 °C inferior a la temperatura control/ambiental). Registrar la frecuencia cardíaca (realizar 2 determinaciones). Anotar el resultado en la Tabla 1.
- Dibujar la gráfica de frecuencia cardíaca frente a la temperatura. Calcular los coeficientes Q10.

OBSERVACIONES: Es muy importante contar los latidos a los 5 s del encendido de la luz a fin de evitar el efecto agudo del aumento de la temperatura inducido por la exposición a la luz del microscopio. Asegurarse que se cuentan latidos cardíacos y no movimientos branquiales o intestinales.

RESULTADOS

Tabla 1. Frecuencia cardíaca de *Daphnia* a distintas temperaturas

	Control (25°C)			15°C			5°C		
Frecuencia cardíaca (latidos/min)	(1)	(2)	media	(1)	(2)	media	(1)	(2)	media

Cálculo del coeficiente de temperatura:

$Q_{10} = \text{Frecuencia cardíaca a } T+10 / \text{Frecuencia cardíaca a } T$

T= temperatura en grados centígrados

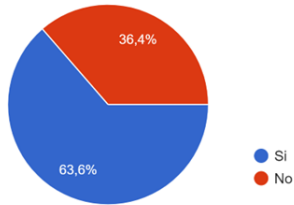
DISCUSIÓN

Finalizadas todas las actividades, utilizando los informes generados durante la realización de los experimentos propuestos en cada actividad de la parte 1 (Simulación) y la tabla de resultados obtenida de la parte 2 (*Daphnia magna*) se discutirán los resultados obtenidos y se contestarán a las preguntas que aparecen a continuación.

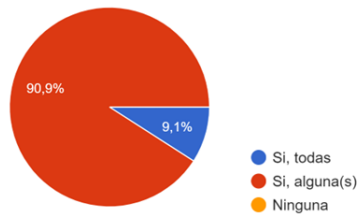
ANEXO IX: Valoración de la satisfacción del profesorado con las distintas estrategias y con el desarrollo del proyecto

Valoración del profesorado implicado en la docencia de Fisiología Animal (n=11)

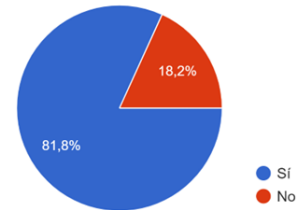
Formo parte del equipo del Proyecto Innovafani



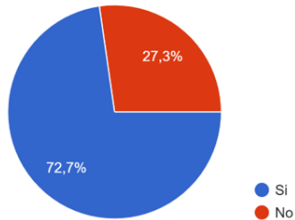
He implementado alguna de las estrategias propuestas en el proyecto



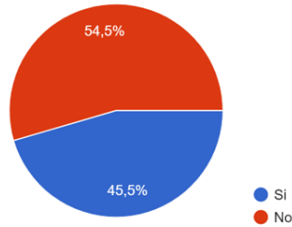
He aprendido a usar Wooclap



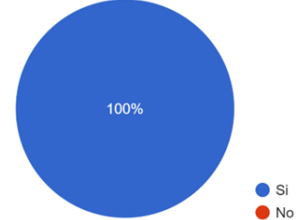
He aprendido a desarrollar una *escape room* educativa



He aprendido a usar Miro



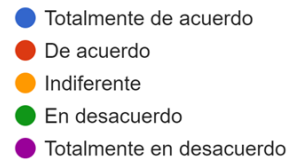
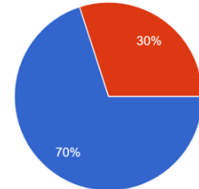
He aprendido un nuevo procedimiento experimental con un modelo animal nuevo (*Daphnia magna*)



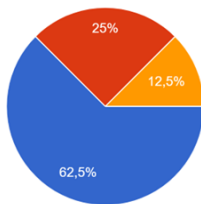
La incorporación de *D. magna* ha mejorado la práctica



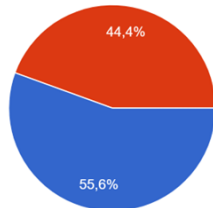
Wooclap es una buena herramienta para la docencia



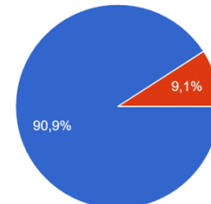
La *escape room* educativa es una buena herramienta para la docencia



Miro es una buena herramienta para la docencia

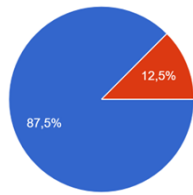


Me planteo la incorporación de alguna de las estrategias educativas mencionadas para el año que viene

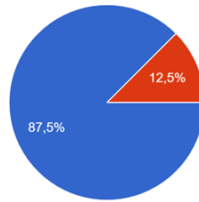


Valoración del profesorado que forma parte del proyecto (n=8)

He aprendido de las aportaciones del resto de miembros del equipo

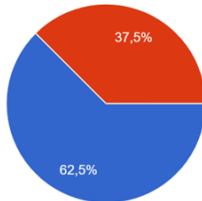


He aumentado mi formación en el diseño de actividades didácticas de carácter innovador



- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

La carga de tiempo/trabajo que requería la participación en este proyecto me parece la adecuada



Estoy satisfecho/a con mi participación en este proyecto

