

¡MISIÓN PROTEÍNA! CRÓNICA DE UN «SECUESTRO» BIOTECNOLÓGICO PARA RESCATAR EL INTERÉS POR LA BIOQUÍMICA

Anna Manzano, Anna Vidal-Alabré, Yolanda Campos, Pilar Villacampa, Helga Simon, Cristina Sánchez, Carolina Pimenta, Jesús García, Joan Sala, Josefa Giménez-Bonafé, Àurea Navarro-Sabaté

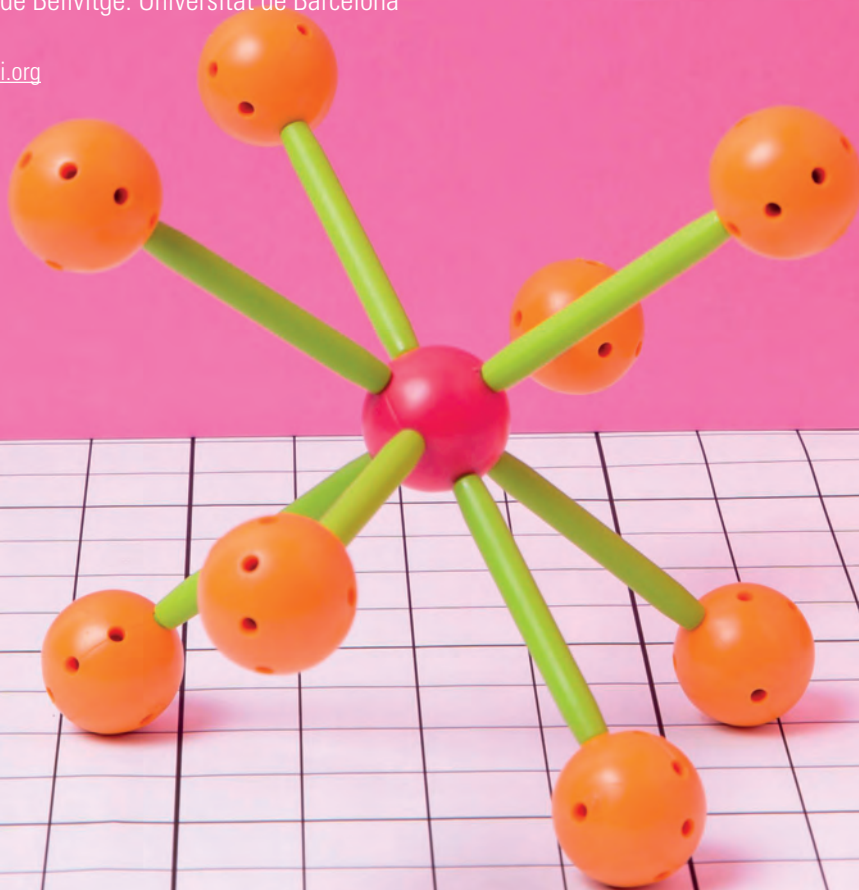
Grupo de Innovación docente GID-IDCCFF (GINDOC-UB/157).

Departament de Ciències Fisiològiques. Facultat de Medicina i Ciències de la Salut.

Departament d'Infermeria Fonamental i Clínica. Facultat d'Infermeria.

Campus de Bellvitge. Universitat de Barcelona

<https://doi.org>



Días antes de pisar el laboratorio, los estudiantes de primer curso de Podología y Odontología del Campus de Bellvitge reciben una inquietante carta firmada por la enigmática Dra. Dina Kozak. La influyente empresaria biotecnológica les invita a una experiencia exclusiva en su «Parque Anatómico», un espacio supuestamente diseñado para revelar, como nunca antes, los secretos íntimos de la vida. La cita es precisa: mediodía, tercera planta. Pero nada es lo que parece...

Al llegar, no hay parque, ni luces, ni promesas brillantes. En su lugar, los reciben unos silenciosos «esbirros» que les cubren los ojos y los despojan de toda certeza. Cuando vuelven a ver, el mundo ha cambiado: ya no están en un aula, sino dentro de una célula. El laboratorio se ha transformado en un escenario inmersivo donde núcleo y citoplasma delimitan el terreno de juego. Y el mensaje de la Dra. Kozak adquiere un tono poco amigable: «*Vuestro conocimiento es demasiado valioso para desperdiciarlo. Utilizadlo para sintetizar la proteína que necesito. El código de salida está oculto en ella, pero solo podréis descubrirlo cuando el trabajo esté terminado*»...

Así arranca **Perdido en el núcleo**, una experiencia de innovación docente que cuestiona la pasividad del aprendizaje tradicional y la sustituye por una narrativa inmersiva en forma de *Escape Room* tangible. Aquí no hay diapositivas que memorizar: hay que escapar. Y para hacerlo, el conocimiento deja de ser abstracto y se vuelve físico, manipulable, urgente.

Por equipos, los estudiantes deberán ensamblar nucleótidos bajo presión, construir moléculas de ADN con sus propias manos, verificar que el ARNm esté correctamente procesado para atravesar el poro nuclear y, finalmente, enfrentarse al reto último: lograr el plegamiento de una proteína

funcional. Cada error cuenta. Cada acierto acerca a la libertad.

En este peculiar «secuestro» biotecnológico no hay rescates externos. Sólo hay una salida posible: comprender. Porque cuando la Bioquímica se convierte en experiencia, el aprendizaje deja de ser una obligación y se transforma en una misión.

Cuando el aula deja de explicarse y empieza a vivirse

Este giro cinematográfico no es solo un recurso estético, sino una forma de desplazar el foco desde el docente hacia el estudiante, convirtiéndolo en protagonista de su aprendizaje.

En titulaciones de Ciencias de la Salud como Podología u Odontología, esta transformación es necesaria. Las aulas de primer curso reúnen estudiantes con trayectorias y vías de acceso muy diversas, desde quienes cuentan con una base científica sólida hasta quienes se enfrentan por primera vez a conceptos abstractos. Esta heterogeneidad dificulta que las metodologías exclusivamente expositivas logren una comprensión profunda y sostenida, especialmente en procesos complejos como la expresión génica, de naturaleza dinámica, tridimensional y secuencial. En este contexto, el proyecto *Aprendizaje y juego en Ciencias de la Salud* (2020PID-UB/030) propone un enfoque centrado en la acción y la experiencia, utilizando la gamificación como estrategia pedagógica estructurada. El objetivo es crear entornos donde el conocimiento se construya mediante la participación activa, la toma de decisiones y el trabajo en equipo.

La evidencia respalda este planteamiento: la gamificación favorece la motivación al integrar dinámicas de reto y *feedback*, promueve la implicación sostenida y contribuye a mejorar tanto el rendimiento como la retención

del conocimiento. Así, el estudiante no sólo comprende mejor, sino que es capaz de transferir lo aprendido.

Desde esta perspectiva, el laboratorio universitario deja de ser un espacio de verificación para convertirse en un entorno de construcción activa del conocimiento. Se pasa de «escuchar para memorizar» a «actuar para comprender». Sobre esta base, diseñamos una propuesta que transforma la abstracción del dogma central de la biología molecular en una experiencia tangible, en la que los estudiantes no solo observan, sino que recrean y comprenden el proceso desde dentro.

Una célula a escala real: el laboratorio como escenario

Transformar un laboratorio docente en el interior de una célula podría parecer un recurso superficial, pero en el marco de la gamificación la ambientación es un elemento clave del aprendizaje. No se trata de «disfrazar» el aula, sino de construir un entorno narrativo coherente que permita al estudiante situarse en la experiencia y actuar con sentido.

Este cambio comienza con una ruptura de la rutina: el uso de antifaces y la entrada guiada funcionan como un punto de transición que prepara al alumnado para un entorno con nuevas reglas, favoreciendo su implicación y motivación [1]. Al descubrirse, el laboratorio aparece transformado en una célula eucariota, con una clara compartimentación entre núcleo y citoplasma que guía el recorrido y condiciona la acción. Esta correspondencia entre espacio y función facilita la comprensión de procesos complejos y abstractos (Figura 1).

La narrativa se refuerza mediante estímulos integrados: música que genera tensión y concentración, proyecciones del interior celular y mensajes como «la TATA te guía», junto a guiños

de humor bioquímico que actúan como pistas y favorecen el razonamiento autónomo. Estos recursos también contribuyen a la creación de asociaciones mnemotécnicas que facilitan la retención. La ambientación se completa con la construcción de una identidad colectiva: cada equipo adopta el nombre de una proteína o concepto bioquímico (TATA box, TIGAR, PUMA), reforzando el sentimiento de pertenencia y la cooperación, aspectos clave para una gamificación significativa [2].

En conjunto, espacio, narrativa y estímulos configuran una experiencia inmersiva que favorece la implicación y la concentración. Como señala la literatura reciente, estos entornos facilitan estados de flujo en los que el aprendizaje emerge a partir de la acción [3]. Así, el laboratorio deja de ser un espacio neutro para convertirse en un escenario vivo: el alumnado

no sólo observa la célula, sino que la habita y la comprende desde dentro.

Tocar lo invisible: el dogma central con las manos

En un contexto donde la docencia tiende a lo digital, esta propuesta reivindica el aprendizaje manipulativo: hay procesos que se comprenden mejor entre las manos que en una pantalla. Construir una doble hélice, aunque sea con gominolas, transforma la comprensión. El compromiso activo mejora la retención y evita la falsa sensación de «ya lo entiendo» asociada a la observación pasiva [4]. Aquí el aprendizaje no se explica, se construye siguiendo el recorrido del dogma central de la Biología Molecular (Figura 2).

En la **1ª etapa (nucleótido)**, los materiales se buscan en espacios inesperados (cajones marcados con el nombre de revistas

como *Vogue* o *Cosmopolitan*), para los «modelos moleculares» activando el pensamiento lateral; con ellos se ensambla un nucleótido, dando forma a un esquema abstracto. En la **2ª etapa (ADN)**, gominolas, regaliz y palillos permiten construir la doble hélice y visualizar complementariedad, antiparalelismo y torsión, haciendo tangible lo conceptual. En la **3ª etapa (transcripción)**, se pasa de construir a interpretar: identificar TATA box, distinguir hebras y generar un ARNm funcional; sin CAP ni cola poliA no hay exportación nuclear, y los «esbirros» lo degradan, fijando el aprendizaje de forma inmediata. En la **4ª etapa (traducción)**, ya en el citoplasma, se buscan aminoácidos y factores mientras se resuelven pruebas tipo *Pictionary*, *Tabú* o *Trivial* adaptadas, reforzando conceptos. El código genético se presenta fragmentado o en otros idiomas

Misión Escape Room: Del Núcleo al Citoplasma

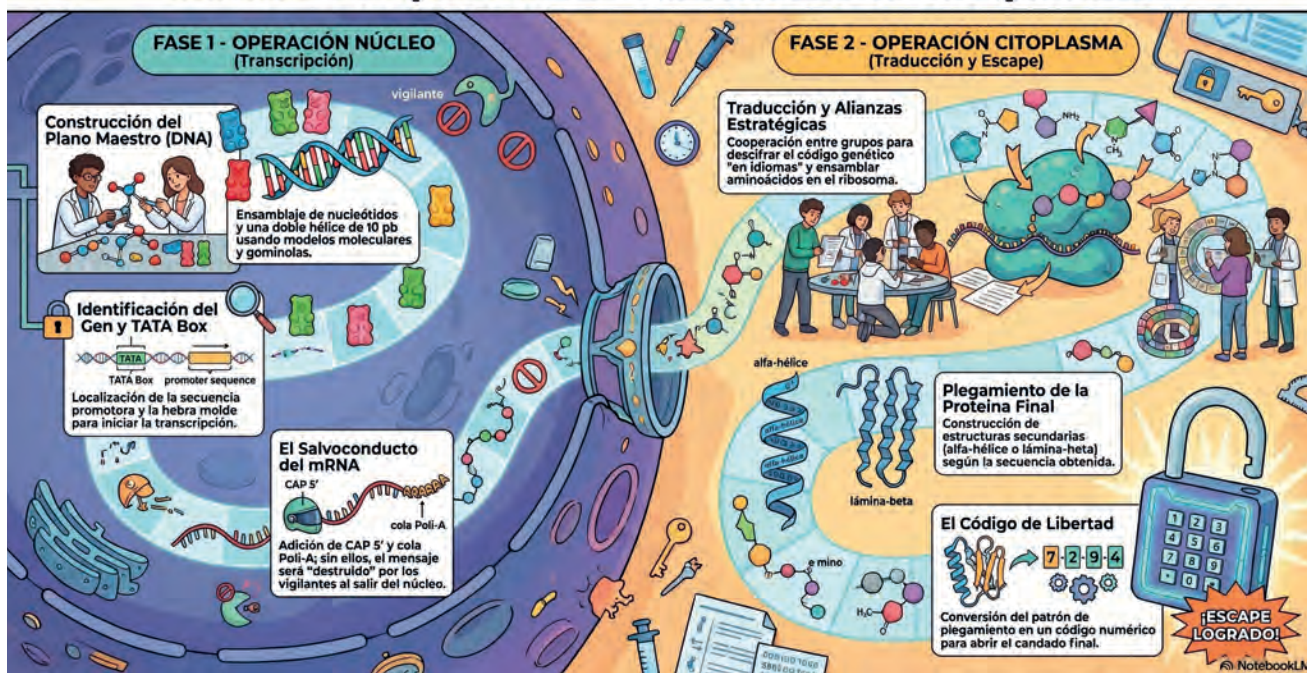


Figura 1

Esquema de la Misión Proteína: flujo de aprendizaje y retos tangibles en el laboratorio. La infografía muestra el recorrido de los estudiantes a través de una célula simulada, dividida en núcleo y citoplasma, siguiendo las etapas del dogma central: construcción de nucleótidos y ADN, transcripción del ARNm, traducción cooperativa y plegamiento proteico. El objetivo es fomentar la implicación, la cooperación y la adquisición del código final que permite abrir el candado. Imagen elaborada con asistencia de Inteligencia Artificial (NotebookLM).



Figura 2

La Bioquímica en las manos: aprendizaje a través de la acción tangible. Collage de imágenes que capturan la dimensión sensorial de la actividad en el laboratorio. Se observa a los estudiantes manipulando materiales cotidianos para modelizar el dogma central: el ensamblaje de la doble hélice con gominolas y regaliz, la identificación de secuencias en «sobres de misión» y el plegamiento final de proteínas utilizando limpiapipas o alambre. Esta metodología rompe con el entorno digital para fomentar la cooperación, la creatividad y el pensamiento lateral en un ambiente de inmersión total.

(chino, japonés) para enfatizar su universalidad y promover el trabajo cooperativo, en línea con Villamar Gavilanes y Sánchez Casanova [1]. Finalmente, en la **5ª etapa (proteína)**, la síntesis culmina con el plegamiento: con limpiapipas o alambre, sólo una conformación adecuada permite obtener el código final, generando una resolución cargada de tensión y satisfacción. Y al final, cuando los estudiantes vuelven a sus apuntes, algo ha cambiado: aquello que antes era un esquema plano ahora tiene volumen, recorrido... y, probablemente, algún que otro recuerdo con sabor a fresa o regaliz.

Evidencias: cuando la diversión es un asunto serio

Lo que comenzó como una experiencia piloto en el curso 2018-2019 con el proyecto *Perdido en el núcleo*, se ha ido consolidando, edición tras edición, como una de las actividades más esperadas por el alumnado de Podología y Odontología. Lejos de quedarse en una propuesta puntual, el proyecto ha evolucionado incorporando ajustes en la narrativa, mejoras en las dinámicas y nuevas pruebas, manteniendo siempre un objetivo claro: favorecer un aprendizaje profundo y duradero.

Pero más allá de la percepción, que ya es muy positiva, la

experiencia se ha acompañado desde el inicio de un sistema de evaluación cuidadoso. Durante la propia *Escape Room*, el aprendizaje se observa y se mide en tiempo real. El equipo docente supervisa el trabajo de los grupos, analiza cómo resuelven las pruebas y proporciona *feedback* inmediato, corrigiendo errores conceptuales en el momento en que aparecen. Esta retroalimentación constante es clave: permite transformar cada dificultad en una oportunidad de aprendizaje significativo, justo cuando el estudiante está más implicado.

Además, la actividad no termina al abrir el candado. Como cierre,

los estudiantes deben elaborar un esquema global que integre todas las etapas del proceso trabajado, desde el ADN hasta la proteína. Este ejercicio final actúa como un mecanismo de consolidación, ayudando a ordenar y dar coherencia a lo que, minutos antes, era una secuencia de retos vividos de forma intensa.

La evaluación se completa con dos herramientas adicionales. Por un lado, una encuesta final que recoge la percepción del alumnado sobre la actividad, su utilidad, su impacto en la comprensión y su grado de satisfacción, incluyendo también comentarios cualitativos que ponen de relieve cómo el *feedback* inmediato recibido durante la experiencia (a través de la validación constante por parte del profesorado y de los propios retos físicos, como los «candados») facilita el aprendizaje y mantiene el compromiso. Por otro lado, se analiza el rendimiento académico mediante preguntas específicas incluidas en el examen final de la asignatura, lo que permite comprobar si esta dinámica, basada en la cooperación, la supervisión continua y la corrección inmediata de errores, tiene una traducción real en la adquisición de conocimientos.

Los resultados acumulados a lo largo de las distintas ediciones son muy positivos. La actividad presenta de forma consistente un alto nivel de satisfacción, acompañado de valoraciones cualitativas muy favorables: no sólo resulta motivadora, sino también percibida como útil y relevante para el aprendizaje. De manera minoritaria, algunos estudiantes han señalado aspectos mejorables, como cierta incomodidad con el grupo asignado o la sensación de falta de tiempo, que en algunos casos puede generar presión y dificultar la reflexión individual. Aunque poco frecuentes, estos comentarios sugieren que el componente de reto y tiempo limitado se vive de forma

diversa, y ofrecen una oportunidad para seguir ajustando la actividad y mejorar el acompañamiento en contextos de alta exigencia.

En términos de aprendizaje, el impacto es claro: los resultados de evaluación muestran un incremento significativo y sostenido en el rendimiento en los contenidos directamente vinculados a la actividad, en comparación con otros temas de la asignatura. Estos datos refuerzan que no se trata de un efecto motivacional puntual, sino de una mejora real en la comprensión (Figura 3). En definitiva, la experiencia demuestra que el binomio «juego–aprendizaje» no resta rigor, sino todo lo contrario. Cuando el diseño es sólido, la narrativa es coherente y las actividades están bien alineadas con los objetivos, la diversión deja de ser un adorno y se convierte en una vía eficaz para comprender. Y es entonces cuando en el laboratorio empieza a escucharse esa frase que, probablemente, resume todo el sentido del proyecto: *Ahora sí lo entiendo*.

Misión cumplida: Rescatar el aprendizaje significativo en un mundo de píxeles

Cuando el último candado se abre y los estudiantes «escapan» del laboratorio, la experiencia no concluye simplemente con la salida del espacio. Lo verdaderamente significativo es la transformación que se ha producido en su manera de entender lo aprendido. La misión llega a su fin... pero es entonces cuando comienza un aprendizaje más profundo y duradero.

En un contexto educativo cada vez más atravesado por pantallas, inteligencia artificial y entornos virtuales como *Cibertorio*, podría parecer que el futuro pasa necesariamente por lo digital. Y, en parte, es así: estas herramientas amplían posibilidades, democratizan el acceso y enriquecen la enseñanza de formas impensables hace unos años. Pero nuestra experiencia

apunta a una idea complementaria y, quizá, contraintuitiva: la innovación no consiste en sustituir lo tangible, sino en reequilibrarlo. Porque cuando todo puede verse en una pantalla, tocar marca la diferencia.

Hemos constatado que el objeto físico, una gominola convertida en base nitrogenada, un alambre que obliga a pensar cómo se pliega una proteína, funciona como un potente anclaje cognitivo. No compite con lo digital: lo complementa. Frente a la inmediatez de la respuesta automática, obliga a detenerse, a razonar, a equivocarse y volver a empezar. Y, sobre todo, invita a hacer algo que a veces se pierde entre dispositivos: colaborar de verdad. Mirarse, discutir, negociar soluciones en equipo.

En este sentido, la propuesta no implica renunciar a la tecnología, sino encontrar un equilibrio: combinar sus ventajas (visualización, acceso, simulación) con aquello que realmente deja huella en el aprendizaje, como la experiencia directa, el contexto compartido y la implicación emocional. Quizá lo más transformador sea precisamente integrar ambos enfoques con intención. Como docentes, esta experiencia nos obliga también a replantearnos el foco: ¿Queremos estudiantes que acumulen respuestas o profesionales capaces de construirlas? En ámbitos como las Ciencias de la Salud, donde la toma de decisiones, el trabajo en equipo y la gestión de la incertidumbre son parte del día a día, no basta con «saber». Hay que haber pasado por el proceso de entender.

Los resultados acumulados a lo largo de seis ediciones de *Perdido en el núcleo*, apuntan en esa dirección. Cuando el contenido se convierte en experiencia, el aprendizaje gana en profundidad, en permanencia y en sentido. Y ese momento en el que aparece el «¡Ahora lo entiendo!» no es casual: es el resultado de haber conectado idea, acción y contexto.

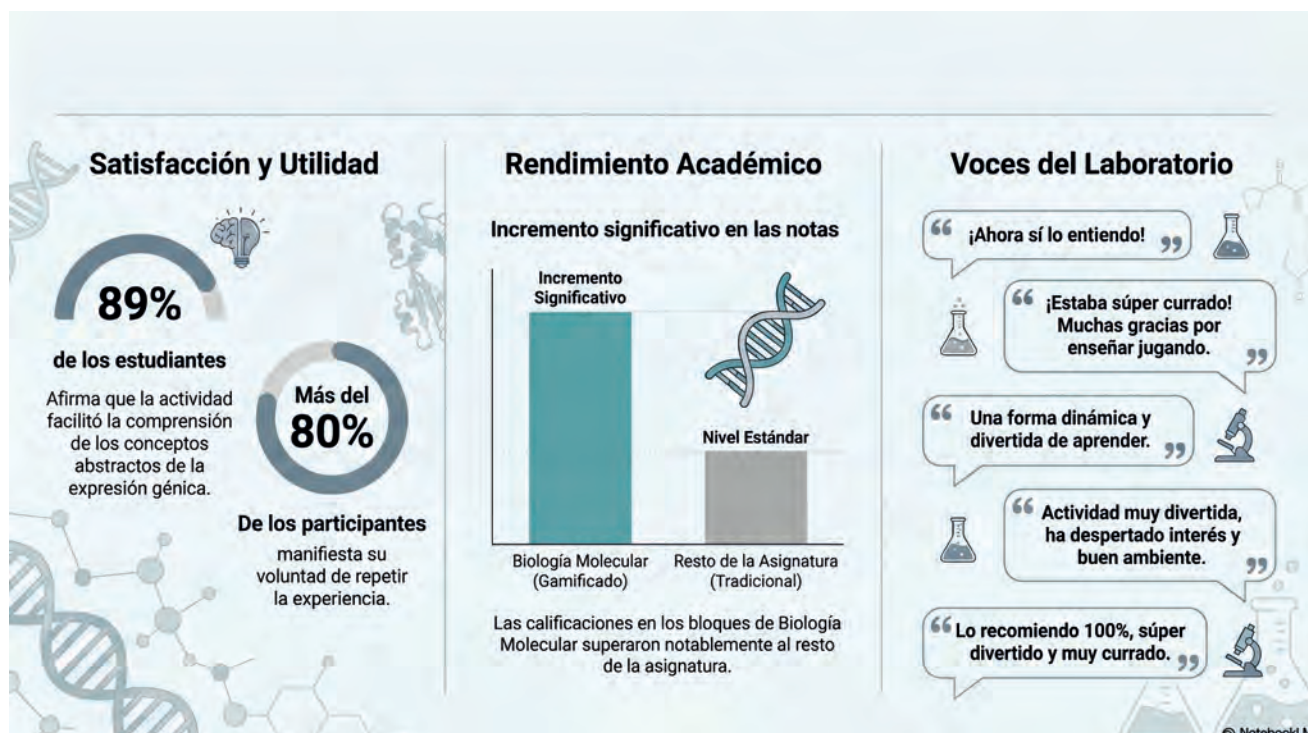


Figura 3

El impacto de la aventura: satisfacción, notas y voces del alumnado. Esta figura muestra de forma visual los resultados de las encuestas de satisfacción y el impacto directo de la experiencia en la mejora de las calificaciones obtenidas en el bloque de Biología Molecular, así como algunas de las impresiones y comentarios de los estudiantes sobre la actividad *gamificada*. Imagen elaborada con asistencia de Inteligencia Artificial (NotebookLM).

Al final, la Bioquímica deja de ser un esquema estático en una imagen para convertirse en algo que se ha vivido. Y ese matiz lo cambia todo. Porque entender la vida, aunque sea a escala molecular, no siempre empieza mirando una pantalla o un microscopio. A veces empieza, simplemente, por atreverse a tocarla.

Agradecimientos

Este «rescate» de la bioquímica no habría sido posible sin el apoyo y la financiación del programa RIMDA de la Universitat de Barcelona (Proyecto 2020PID-UB/030). Agradecemos especialmente a los «esbirros» voluntarios (estudiantes de doctorado), que con su interpretación mantuvieron la tensión en el laboratorio y velaron por la maduración del ARNm. Y, por supuesto, a las «víctimas», los estudiantes, que son el motor real del proyecto.

Referencias

- Villamar Gavilanes A M, Sánchez Casanova R. Explorando las bases pedagógicas de la gamificación como enfoque metodológico en la enseñanza superior. *Educación* Vol. 33, Núm. 65 (2024) 166-188. <https://doi.org/10.18800/educacion.202402.E001>
- Nicholson S. A RECIPE for Meaningful Gamification. En T. Reiners & L. C. Wood (Eds.), *Gamification in Education and Business* (pp. 1-20). Springer (2015). https://doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_1
- Ormazábal Valladares V, Hernández Montes L, Zúñiga Arbaltí F. El juego como herramienta de aprendizaje en educación superior. *Revista Electrónica de Investigación Educativa (REDIE)*, 25, e28 (2023) 1-11. <https://doi.org/10.24320/redie.2023.25.e28.4952>
- Deslauriers L, McCarty L S, Miller K, Callaghan K, Kestin G. Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 116 (2019) 19251–19257. <https://doi.org/10.1073/pnas.1821936116>