



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2021/2022

Nº de proyecto: 219

Laboratorio virtual en Biotecnología: aplicación y
evaluación

Nombre del responsable del proyecto:

Covadonga Vázquez Estévez

Facultad de Ciencias Biológicas

Departamento:

Genética, Fisiología y Microbiología

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El objetivo principal del proyecto es implementar prácticas virtuales mediante plataformas de simulación experimental en los estudios de máster en el área de la Biotecnología, con el fin de avanzar en la digitalización e internacionalización de las asignaturas, evaluando diferentes recursos de varias plataformas. En unos casos son procedimientos más básicos como conocer los niveles de bioseguridad y trabajar con muestras de nivel III; conocer diferentes tipos de microscopios de luz visible, confocal, ultravioleta y electrónico y observar muestras bajo todos ellos; conocer los conceptos de deterioro de alimentos y los conceptos de pasteurización y esterilización y el análisis de parámetros HTST. En otros casos, son prácticas más complejas como ensayar los efectos de fertilizantes en los ciclos del fósforo y nitrógeno, evaluar el impacto en procesos naturales, determinar los niveles en agua y el fenómeno de eutrofización; o la clonación de un gen para permite tratar una enfermedad específica como, por ejemplo, la diabetes o evaluar su uso en terapia para una enfermedad particular. Por todo lo comentado anteriormente, en esta propuesta se plantearon los siguientes objetivos:

1. SELECCIONAR E IMPLEMENTAR HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN A NIVEL DE MASTER EN EL ÁREA DE BIOTECNOLOGÍA disponibles, tanto para la realización de experimentación que los estudiantes ya conocen, para afianzar conocimientos y habilidades prácticas previamente adquiridos y mejorar la comprensión de conceptos clave, cómo para abordar la realización de proyectos integrados que impliquen procesos de investigación prolongados y/o manejo de equipamientos, infraestructuras complejas, instalaciones de bioseguridad y/o materiales biológicos peligrosos.
2. EVALUAR EL USO Y CONSECUENCIAS DE LOS SISTEMAS DE SIMULACIÓN EN EL ÁREA DE LA BIOTECNOLOGÍA, a través de modelos de simulación de situaciones complejas, que posibiliten el avance en la digitalización de la docencia en Biotecnología.
3. LIDERAR EN LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE UN PROGRAMA PROPIO PARA EL DISEÑO DE LABORATORIOS VIRTUALES UCM, que permita la generación de software propio e independiente de terceros proveedores, lo que además de un ahorro económico supondrá un valor añadido de la docencia ofertada y posibles ingresos adicionales si se comercializa.
4. AVANZAR EN LA DIGITALIZACIÓN E INTERNACIONALIZACIÓN DE LA DOCENCIA en el área de la biotecnología y hacerlo extensivo a otras enseñanzas experimentales de la UCM.
5. MEJORAR LA SOSTENIBILIDAD DE LOS PROGRAMAS EN BIOTECNOLOGÍA, reduciendo la huella ambiental (menos carbono, menos agua, menos residuos, etc.)
6. FACILITAR LA ACCESIBILIDAD E INCLUSIÓN EN LAS CLASES PRÁCTICAS, para aquellos estudiantes con diversas discapacidades, favoreciendo su integración.
7. MEJORAR LA CALIDAD DE LA DOCENCIA EN LINEA, posibilitando que la docencia virtual no sea un mero traslado de las clases magistrales presenciales a clases magistrales online o formato vídeo, sino que los estudiantes puedan desarrollar sus habilidades experimentales respetando sus ritmos de aprendizaje. Estos objetivos del proyecto están a su vez alineados con varios ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) de la ONU, como son ODS-6 (agua), ODS-7 (energía), ODS-9 (innovación), ODS-12

(producción sostenible) y ODS-16 (sociedades inclusivas) y alineados con los planes de digitalización que el gobierno español desarrolla desde Red.es (Territorios Inteligentes, Escuelas Conectadas y Cultura Digital

2. Objetivos alcanzados

El principal objetivo de este proyecto ha sido la implementación de herramientas de simulación en asignaturas relacionadas con la Biotecnología o áreas experimentales afines. Dentro del primer objetivo, se han seleccionado dos plataformas, una comercial (Labster, <https://www.labster.com/>) de acceso restringido para los estudiantes y profesores del máster en Biotecnología Industrial y Ambiental. Las simulaciones de Labster están diseñadas para que los estudiantes aprendan trabajando en un laboratorio virtual, resolviendo casos reales. Todas las simulaciones van acompañadas de explicaciones teóricas, así como de cuestionarios para evaluar sus conocimientos, apoyando un enfoque centrado en el aprendizaje basado en la indagación. Los estudiantes pueden cometer errores de forma segura y aprender en cualquier momento y lugar, a su propio ritmo. Se ofrecen dos tipos de simulaciones, las simulaciones más básicas son ideales para el estudio individual, pues se revisan conceptos esenciales. Las más avanzadas están diseñadas para servir de apoyo a los contenidos del curso, reforzando conceptos y proporcionando a los estudiantes una herramienta innovadora con la que aumentar su aprendizaje.

La otra plataforma, LabXchange, es la plataforma abierta basada en edX creada por la Universidad de Harvard y la Fundación Amgen, una herramienta gratuita para crear clases contenido científico. La plataforma permite a los profesores seleccionar contenidos que han sido examinados por Harvard, OpenStax, Khan Academy y otras fuentes y compartirlo con un pequeño grupo de estudiantes, con un máximo de 100 usuarios. Cada asignatura o clase crea su clave de acceso y el profesor selecciona el material ofrecido a ese grupo concreto. El tipo de contenido ofrecido en la biblioteca LabXchange incluye video, texto, imagen, simulación, asignación, ruta, narrativa, evaluación y clúster. Las áreas temáticas que hemos seleccionado incluyen ciencias biológicas, química, ciencia y sociedad, ciencias de la salud, salud global, y proceso científico. El objetivo se ha alcanzado en su totalidad.

El segundo objetivo, pretendía evaluar su uso y consecuencias. Se ha implementado en distintas asignaturas del máster de Biotecnología Industrial y Ambiental, una de Fundamentos, tres obligatorias troncales, y dos optativas, una del módulo optativo industrial y otra del módulo optativo ambiental, así como a alumnos de grado de Biología (asignatura Microbiología) y de grado en Bioquímica (Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular I y Biotecnología de los alimentos). El objetivo se ha alcanzado parcialmente.

Puesto que la mayoría de las actividades se plantean en inglés, el objetivo 4, iba encaminado a introducir a los estudiantes en actividades programadas y en complementar su formación con herramientas digitales. El objetivo fue alcanzado parcialmente.

Otro objetivo propuesto estaba dirigido a mejorar la sostenibilidad, disminuyendo la huella de carbono por menor uso de papel y desplazamientos.

La reducción de la brecha digital era un objetivo integrado plenamente en el proyecto, si bien ha topado con la baja cultura digital de nuestros alumnos, que, si bien usan las redes sociales precisamente en esos aspectos sociales, son menos proclives a la vida digital.

En cuanto a facilitar la accesibilidad e inclusión en las clases prácticas para estudiantes con discapacidad creemos que estos mecanismos han favoreciendo su integración si bien aún es necesario mejorar la accesibilidad de las plataformas utilizadas.

Facilitar la accesibilidad e inclusión en las clases prácticas, objetivo 6, sólo hemos tenido la oportunidad de trabajar con una estudiante de master, que por razones derivadas del Covid-19, no podía acudir a clases prácticas presenciales y en este caso, los resultados y la evaluación ha sido muy positiva.

3. Metodología empleada en el proyecto

FASE 1: IDENTIFICACIÓN DE RECURSOS Y PLANIFICACIÓN DEL APRENDIZAJE

Se evaluaron los siguientes recursos:

- Labster (<https://www.labster.com/simulations/>), plataforma comercial que proporciona diferentes herramientas de simulación, facilitando la captación del interés del estudiantes a través de la ludificación, cada estudiante puede aprender en cualquier momento y lugar, reduciendo la brecha de conocimiento y en un entorno seguro.
- <https://pale.blue/simulators/healthcare-and-biotechnology/biotechnology/>, plataforma de realidad aumentada y virtual. No se ha utilizado por los elevados costes.
- LabXchange de la Universidad de Harvard, se seleccionaron 37 elementos distribuidos en: video, texto, interactivo, simulación, y camino.

Las grandes compañías como Microsoft o Apple no ofrecen soluciones cerradas destinadas a nuestros objetivos, sin duda, entornos como por ejemplo Office 365 permitirían la creación de herramientas docentes, pero que requieren programación ad hoc, no habiendo podido acceder a sus programas de RSC, si bien es cierto que hay oferta elevado de tutoriales de autoformación, si bien son poco amigables.

FASE 2. IMPLEMENTACIÓN EN LAS DIFERENTES ASIGNATURAS:

- En el Máster en Biotecnología Industrial y Ambiental: Fundamentos de Biología (asignatura de complementos de formación, para los estudiantes que acceden desde otras áreas) Biotecnología aplicada al medio ambiente (asignatura troncal obligatoria). Biofactorias (asignatura troncal obligatoria). Organización y Seguridad Industrial (asignatura troncal obligatoria). Aislamiento, purificación y prospección de bioproductos (asignatura optativa, módulo industrial). Tratamiento y gestión integral del agua (asignatura optativa, módulo ambiental).
- De Grado, como prueba de concepto para implementar estas herramientas virtuales en estos estudios, se seleccionaron del Grado en Bioquímica: Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular I, asignatura práctica obligatoria de 2º curso, y Biotecnología de los

Alimentos, asignatura optativa de 4º curso. Dentro del Grado de Biología, se seleccionó la asignatura Microbiología, asignatura troncal y obligatoria de 2º curso.

FASE 3: EVALUACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS VIRTUALES DE APRENDIZAJE.

Se diseñaron dos cuestionarios para valorar el conocimiento inicial de plataformas virtuales de laboratorio y grado de utilidad e interés de su disponibilidad y utilización, y una encuesta final, en los que los estudiantes, tras el uso de las distintas herramientas manejadas, evalúen la utilidad de las mismas en la adquisición de habilidades y comprensión de los conceptos trabajados y como han mejorado el aprendizaje. Se evaluaron parámetros como interactividad, grado de retroalimentación, posibilidad de autoevaluación y grado de realismo entre otros.

4. Recursos humanos

Este proyecto ha supuesto la participación 9 profesores,

- MARIA COVADONGA INMACULADA VAZQUEZ covi@ucm.es
- MIGUEL ARROYO SANCHEZ arroyo@bbm1.ucm.es
- IGNACIO BELDA AGUILAR ignaciobelda@ucm.es
- SERAFIN CARBALLO CUERVO serafinc@ucm.es
- M^a ISABEL DE LA MATA RIESCO idlmata@ucm.es
- MIGUEL ANGEL LLAMAS MATÍAS miguelll@ucm.es
- DOMINGO MARQUINA DIAZ dommarq@bio.ucm.es
- ANA ISOLINA SABORIDO MODIA asaborid@ucm.es
- MARIA CRISTINA SANCHEZ GARCIA cristina.sanchez@quim.es

Los alumnos implicados en el proyecto:

- MARWANE BOURQQIA marwanbo@ucm.es
- JOSE LUIS DEL PALACIO RODÍGUEZ josdelpa@ucm.es
- JORGE FERNÁNDEZ MÉNDEZ jorgfe09@ucm.es
- JAVIER GONZÁLEZ RUBIO javgon21@ucm.es
- ALBA AMPARO ORTUÑO BERNAL albaortu@ucm.es
- CRISTINA PÉREZ DE MORA crisp12@ucm.es
- EMELINA RUTH RODRÍGUEZ RUIZ emerodri@ucm.es
- MIKEL ROS DIEZ mikelros@ucm.es

Miembros del PAS

- JOSE MARIA HERNANDEZ DE MIGUEL PAS jmh@bio.ucm.es

5. Desarrollo de las actividades

Las actividades se llevaron a cabo en el caso de la plataforma LabXchange, configurando un aula para cada curso, Microbiología (E083FF), Biotecnología de los Alimentos (29E10B), Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular I (DEB03E),

En cada clase, el profesor responsable de cada asignatura o grupo, previamente al inicio del curso, seleccionó una serie de elementos de interés para complementar la información que se proporciona a través del campus virtual en formato presentaciones de power point, bibliografía, cuestionarios..., estos elementos fueron ofrecidos a los estudiantes de forma ordenada en función del desarrollo teórico de la asignatura, para que cada elemento pueda servir de apoyo o complemento a la clase teórica. En el caso de las asignaturas del grado en Biología y Bioquímica, cada estudiante fue libre de entrar en las diferentes actividades en cualquier momento y hora, siempre de forma autónoma.

En esta plataforma, para los estudiantes de Microbiología, se han ofrecido 37 actividades divididas entre videos (15), texto (15) simulaciones (3), camino (2) y interactivo (2), algunas de las actividades seleccionadas fueron Fluorescence Microscopy (camino); Estructura y Replicación de las células bacterianas (video); Phylogenetic Diversity of Microbes (video); Endosymbiosis Theory (video); The cytoskeleton (texto)....

De los 63 alumnos matriculados, se han dado de alta el 48,4%, han utilizado la plataforma el 23% de los alumnos. El grado de realización de los diferentes elementos ha sido muy desigual, desde un 3% hasta un 21% en función de sus intereses. Sólo el 3% han concluido la totalidad de las simulaciones.

En el caso de Biotecnología de los Alimentos, se han dado de alta el 22,7% de los alumnos matriculados, se han vinculado a la clase 7 elementos: Spontaneous generation (texto), Introducción a la ingeniería genética: el proceso (camino), Introducción a la Biología sintética y a la ingeniería metabólica (video), Fermentation (texto), Lactic Acid Fermentation (video), Fermentation, Fermentation Pathways and anaerobic respiration (texto). Ninguno de los estudiantes participó en estas actividades.

Respecto a la asignatura Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular I, se solicitó a los estudiantes que realizaran de modo voluntario 3 simulaciones directamente relacionadas con su trabajo en el laboratorio. Menos de la mitad de la clase accedió a la plataforma y solo un 20% terminó alguna de las simulaciones.

En el caso de Labster, la plataforma funciona como un campus virtual en la que se virtualiza un espacio en el que se van incluyendo las distintas simulaciones, y se da de alta a los alumnos mediante la introducción del email. Sólo se han incluido como actividad simulaciones, ya que en estas se incluye todo el material necesario, teoría, cuestionarios, soporte multimedia y bibliografía, así como retroalimentación de los resultados obtenidos. Esta plataforma se limitó a los estudiantes matriculados en el Máster, ya que se trata de una plataforma de pago y el coste es por el número de alumnos. El pago se realizó con una parte de la ayuda a Másteres de la que disponía el título.

Respecto al Máster en Biotecnología, los 29 estudiantes del Máster matriculados han tenido acceso a 25 simulaciones que abarcaban diversos conocimientos teóricos y

técnicas abordadas en las distintas asignaturas. Se han dedicado sesiones en aula para que todos los estudiantes realizaran simulaciones seleccionadas por el profesor, con el fin de que conocieran el manejo y la mecánica de funcionamiento de las simulaciones y pudieran realizar el resto de manera autónoma y gestionando cada uno su tiempo. De las 25 simulaciones, 8 se realizaron en aula: 1 en la asignatura Biofactorias, 6 en la de Biotecnología aplicada al medio ambiente y una en la de Tratamiento y gestión integral del agua. Todos los alumnos han completado al 100% al menos una simulación realizada en aula. A excepción de un alumno, el resto de los estudiantes matriculados en el Máster han completado más de una, aunque de forma desigual: 1 alumno ha completado 2 simulaciones, el 17% han completado 3, mientras que 2 alumnos han completado 4, el 38% entre 5 y 6, y el 17% han completado más de 7). Además, un 76% han accedido a una o varias simulaciones, pero sin culminarlas. Las actividades seleccionadas fueron: Bacterial Growth Curves: Experiment with bacterial growth, Control of Microbial Growth: Explore decontamination and selective toxicity, Fermentation: Optimize bio-ethanol production, From algae to Bioenergy, Next generation sequencing, Use photosynthesis to produce biofuel and reduce pollution, Enzyme kinetics, Micropipetting solutions, Gel electrophoresis, Transforming bacteria, Restriction enzyme digest, Verify a recombinant plasmid by gel electrophoresis, Ligating DNA fragments, Gene expression essentials, Testing guide RNA efficacy, Exploring protein 3D structures, Purifying protein by column chromatography. Cell Culture Basics: Plate, split and freeze human cells; HPLC; Confocal Microscopy; Control of Microbial Growth: Explore decontamination and selective toxicity; Fluorescence Microscopy; Light Microscopy; Aseptic Technique: Culture your sample without contamination; Bacterial Isolation; Bacterial Quantification by Culture; Bacterial Growth Curves: Experiment with bacterial growth; Biosafety; ELISA; Introduction to Protein Synthesis; Genetically Engineered Machine, Fermentation: Optimize bio-ethanol production; Perform a Dry Western Blot; RNA Extraction: Sample and purify mRNA from pigs; Next generation sequencing; Pipetting: Master the technique. Algae to Bioenergy; Pigment extraction: Use photosynthesis to produce; Environmental impact of coal power plants; The Carbon Cycle: reduce carbon emissions; Foraging: build a foraging theory to save the crops, Wastewater Treatment.

En ningún momento, se planteó la idea de incluir el uso de estas herramientas en la calificación de las asignaturas. Al ser planteadas como actividades optativas, de trabajo personal y autónomo no han despertado el esperado interés.

Como mejora para próximos cursos, se puede plantear la visualización en horas de clase, sino de todos los elementos, si alguno, seguido de unas cuestiones a resolver directamente relacionadas con la actividad; o bien utilizar el materias a modo de clase invertida, y una vez visualizado el ejercicio, video o simulación, desarrollar la clase desde el conocimiento previo de los alumnos; así como animar a los alumnos al uso de las plataformas de autoformación del entorno Office 365 de Microsoft

Otra alternativa, con el fin de despertar su interés, es que la visualización sea de forma autónoma pero que los alumnos deban responder a unas breves cuestiones relacionadas con la actividad y que estos resultados formen parte de la evaluación.

Cabe señalar que aunque en general las simulaciones se pueden considerar como interesantes y útiles para la formación del estudiante, en algunos casos resultan

demasiado repetitivas. A veces la simulación se queda atascada en un paso, sin permitir seguir adelante con el proceso, ni explicar al operador cuál es el problema que está teniendo lugar. Esto conlleva que en ocasiones las simulaciones no resulten atractivas y se dejen a medias las actividades planteadas.

En algunas materias del máster de Biotecnología, no se han utilizado las plataformas al no contener material relacionado con los contenidos, por ejemplo, en el caso de resonancia (RMN), metabolómica o proteómica; en otras ocasiones han sido por consideradas muy básicas para nivel de máster.

En opinión de los alumnos, según datos recogidos, en la encuesta previa, podemos constatar la falta de conocimiento de este tipo de herramientas por los estudiantes tanto de grado como de máster, sin embargo, si les parecía una actividad útil. En los datos recogidos en la encuesta final, podemos poner de manifiesto en primer lugar, la escasez de respuestas por parte de los alumnos, ello refleja una clara falta de interés por estas herramientas. La mayor parte de las respuestas obtenidas en el Formulario, demuestran que este tipo de herramientas puede ser interesante para complementar la formación, pero en ningún caso podrían sustituir las prácticas presenciales en el laboratorio. De tal modo, estas se podrían emplear como herramientas de apoyo para el docente, en una sesión prelaboratorio, para explicar todas las peculiaridades del experimento, o en sesiones post laboratorio, para resumir las acciones desarrolladas. Por otro lado, también se podrían utilizar como herramientas de apoyo al estudio, para preparar y repasar las tareas desempeñadas en el laboratorio, con el fin de facilitar el aprendizaje y superar el examen.