



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

Proyecto de Innovación  
Convocatoria 2023/2024

Nº de proyecto 330

Evaluación por pares en asignaturas de Ingeniería Genética y Biología de Sistemas:  
de las herramientas digitales a la mentoría experta

Responsable del proyecto:  
Antonio Sánchez Torralba

Centro:  
Facultad de Ciencias Químicas/Biológicas

Departamento:  
Bioquímica y Biología Molecular

## 1 Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

En diversos proyectos de innovación educativa previos al actual (PIMCD-2019 174; PIMCD-2020 163; PIMCD-2021 306; PIMCD-2022 225) se ha introducido la ludificación en Fundamentos de Ingeniería Genética y Genómica (FIGG), del Grado en Biología, mediante una aplicación web desarrollada en colaboración con estudiantes y disponible en [www.recursosbioquimica.es](http://www.recursosbioquimica.es). En ella, además de publicar algunos materiales multimedia, desarrollados por profesorado y alumnado, se da acceso a un juego de expansión de pandemias, que tiene por objetivo fundamental promover la participación del estudiantado en la asignatura. En el pasado curso, la plataforma se enriqueció con una herramienta que permite incorporar ejercicios H5P como material autoevaluable y de revisión. Efectivamente, se comprobó que dichos ejercicios promueven la participación individual de todos los miembros de cada equipo de trabajo en las tareas propuestas.

El buen resultado de estos proyectos previos ha abierto la puerta a utilizar los instrumentos desarrollados para promover el pensamiento crítico del alumnado, a partir de su propia autoevaluación y de los comentarios sobre su trabajo que pueden proporcionar sus pares. Este objetivo principal se ha puesto en práctica tanto en FIGG como en el Laboratorio Integrado de Biofísica y Bioinformática (LIBB), del Grado en Bioquímica.

Los objetivos específicos se detallan a continuación:

### A. Con respecto a los ALUMNOS

A.1. Involucrarlos en el desarrollo y organización de su propia educación, promoviendo sus capacidades de aprendizaje activo, autónomo y colaborativo.

A.1.1. Responsabilizar al alumnado de FIGG y LIBB en su EVALUACIÓN y la de sus pares.

A.1.2. Facilitar la INTERACCIÓN entre estudiantes y profesorado, además de con el resto de estudiantes. Se incentivó que propusieran vías de mejora tanto de FIGG como de LIBB.

A.1.3. Dotarlos de herramientas de APRENDIZAJE AUTÓNOMO gracias a la ludificación.

A.1.4. Fomentar el TRABAJO EN EQUIPO y la contribución individual, responsable y equilibrada a la CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA de conocimiento.

A.1.5. Mejorar la comprensión del estudiantado acerca de la ORGANIZACIÓN DOCENTE en asignaturas de ingeniería genética y biología de sistemas.

A.1.6. Promover HABILIDADES DE COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITA: se indujo al alumnado a presentar sus resultados de un modo científico, creativo, visual y resolutivo.

A.2. Dotar al alumnado de pensamiento crítico, reflexivo y de capacidad de relacionar contenidos diversos de forma creativa.

A.2.1. Incentivar la REFLEXIÓN sobre su propio trabajo y el del resto de estudiantes.

A.2.2. Catalizar el desarrollo de ESPÍRITU CRÍTICO de CARÁCTER CONSTRUCTIVO.

A.2.3. Fomentar la CREATIVIDAD a la hora de proponer soluciones a problemas encontrados o a errores cometidos por sus pares.

A.2.4. Promover su CAPACIDAD DE RELACIONAR conocimientos y de IDENTIFICAR DEFICIENCIAS en los propios y en los ajenos.

A.2.5. Estimular la CURIOSIDAD CIENTÍFICA del alumnado. Se propusieron problemas que relacionan los conocimientos adquiridos con otras materias.

A.2.6. Facilitar que se comprendiera la CONEXIÓN CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD, mediante ejemplos de aplicación práctica de la materia básica, incluidas aquellas cuestiones relacionadas con las asignaturas que tengan implicaciones éticas.

A.2.7. MOTIVAR al alumnado mediante la propuesta de retos de complejidad adaptada a su nivel de conocimiento, en un entorno novedoso de aprendizaje y evaluación ludificados.

## B. Con respecto a los DOCENTES

B.1. Intensificar la PUESTA EN COMÚN de criterios docentes, mediante la elaboración y revisión de rúbricas de evaluación consensuadas que pudieran ser utilizadas también por estudiantes y docentes de nueva incorporación.

B.2. Continuar la CREACIÓN DE MATERIALES docentes exportables e interactivos, para la transmisión de conocimiento, la autoevaluación y la evaluación por pares entre el alumnado.

B.3. Fomentar las HABILIDADES DIGITALES del profesorado, promoviendo tanto herramientas que proporciona la UCM, como otras desarrolladas específicamente para FIGG y LIBB.

B.4. Extender el uso de CONTENIDOS Y TECNOLOGÍAS DE CÓDIGO ABIERTO, que puedan compartirse tanto en esta universidad como fuera y entre docentes de asignaturas semejantes.

B.5. Potenciar la RELACIÓN entre docentes, estudiantes y personal de administración y servicios, aprovechando las herramientas sociales y digitales disponibles, como foros en el Campus Virtual o en la plataforma donde tiene lugar el juego.

## C. Con respecto a las ASIGNATURAS

C.1. DINAMIZAR la participación del estudiantado tanto en la resolución de problemas y ejercicios, mediante cuestiones autocorregibles, como en la evaluación por pares.

C.2. Promover la PARTICIPACIÓN DEL PAS en la mejora de FIGG, facilitando que expresaran su opinión sobre el transcurso de la docencia.

C.3. Incrementar el BANCO DE EJERCICIOS disponible para asignaturas de Ingeniería Genética y Biología de Sistemas. Se añadieron materiales para suplir las carencias con las que una parte del alumnado accede a estas asignaturas, como las relativas a Genética Molecular en FIGG o a lenguajes de programación en LIBB.

C.4. Enfatizar las COMPETENCIAS TRANSVERSALES, tales como la relevancia de la Ingeniería Genética en problemas de salud pública.

## D. Con respecto al GRADO EN BIOLOGÍA.

D.1. FORTALECER la integración de todos los colectivos involucrados en el Grado en Biología en el Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, incentivando la crítica constructiva y abierta sobre posibles mejoras.

D.2. Promover la PARTICIPACIÓN del alumnado en su aprendizaje y el de sus compañeros/as.

D.3. Revisar los RECURSOS docentes disponibles, para facilitar la interrelación entre las clases de teoría, más abstractas, y sus laboratorios de prácticas asociados.

D.4. DIFUNDIR los resultados de este proyecto en jornadas y congresos científicos, tanto los organizados por la UCM como otros de carácter internacional.

D.5. Facilitar que se pudieran COMPARTIR materiales entre asignaturas de varias titulaciones, mediante formatos genéricos, como H5P, para trasladar ejercicios de unas plataformas a otras.

D.6. Aprovechar el CONOCIMIENTO EXPERTO de participantes del proyecto que desarrollan parte de su trabajo en el ámbito hospitalario.

## E. Con respecto al GRADO EN BIOQUÍMICA.

E.1. INCORPORAR LA EXPERIENCIA como programadores de estudiantes que se unieron a esta línea de proyectos en cursos tempranos del grado, para facilitar el aprendizaje del resto de estudiantes, mediante mentoría y evaluación por pares.

E.2. Incrementar el conocimiento en TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN de los estudiantes que participaron en este proyecto.

E.3. Validar una nueva colección de MATERIALES DOCENTES referidos a tareas básicas de programación, como herramientas de aprendizaje para estudiantes del grado.

## 2 Objetivos alcanzados

Durante la puesta en práctica de este proyecto se han conseguido los siguientes objetivos:

### A. Con respecto al **ALUMNADO**:

-Promoción de la **participación en el propio aprendizaje y en el de los pares**. El alumnado de LIBB ha evaluado sus propios ejercicios de Python y los del resto de estudiantes, con una participación del más 50% y opiniones muy favorables (anexo 1). Dos estudiantes con experiencia previa en programación (adquirida en PIMCD precedentes) **han evaluado ejercicios** de la mitad de sus pares como expertos. Rúbricas detalladas han ayudado al estudiantado a **comprender mejor los criterios docentes** de la asignatura (anexo 2). La mayoría expresan que la actividad les ha hecho mejorar en la resolución de ejercicios como los propuestos. También **han participado en la renovación de los guiones de prácticas** de modelos dinámicos en bioquímica. En FIGG, el 85% del alumnado se ha registrado en el juego de pandemias, con una participación del 75% en ejercicios individuales autocorregibles H5P, con una **contribución más equilibrada** de todos los miembros de cada equipo (4-6 estudiantes). La realización de infografías y su **presentación oral** han sido valoradas positivamente como medios para sintetizar toda la información aprendida durante el curso. Podemos, por tanto, concluir que tanto los ejercicios H5P como la realización de infografías les han resultado **útiles en su aprendizaje autónomo**.

-Fomento del **pensamiento crítico** y de la creatividad. En LIBB, la autoevaluación de los ejercicios ha permitido a quienes han participado en el proyecto, según su opinión subjetiva y nuestra evaluación, **reflexionar sobre sus dificultades** y cómo superarlas. La comparación de su trabajo con el de otros compañeros/as les ha expuesto a soluciones alternativas con las que **relacionar las distintas opciones de respuesta**. Se ha incentivado también la **curiosidad científica del alumnado**, introduciendo ejercicios de aplicación práctica relacionados con otras asignaturas, como genética (replicación de ácidos nucleicos) o matemáticas (métodos numéricos, procesamiento masivo de datos y estadística). En FIGG, la práctica unanimitad de quienes han hecho comentarios sobre la autoevaluación de las infografías consideran que les han ayudado, en particular, a entender mejor la función de cada actividad en el conjunto de la asignatura.

-Énfasis en la **conexión ciencia-tecnología-sociedad**. El juego de pandemias y otras actividades de FIGG (por ejemplo, visualización de películas como Gattaca, con contenido relacionado con la asignatura) hacen hincapié en la utilidad de las técnicas explicadas para enfrentarse a problemas concretos de la sociedad, como el control de nuevas enfermedades, pero también problemas éticos relacionados con la genética, los límites de la edición génica o las posibles violaciones de privacidad o igualdad, como se sugiere en los materiales de ampliación propuestos.

### B. Con respecto al **PROFESORADO**:

-Unificación de **criterios docentes**. Para lograr un desempeño eficaz en las actividades de autoevaluación y evaluación por pares, el profesorado de las dos asignaturas principales objeto de este proyecto ha consensuado un conjunto de rúbricas específicas para cada tipo de ejercicio y tarea. En concreto, en LIBB se han desarrollado tres rúbricas para ejercicios de Python, según el nivel de dificultad y los posibles errores en los que el alumnado incurre históricamente (anexo 2). En cuanto a FIGG, a las rúbricas ya preparadas en cursos precedentes se ha añadido otra referente a la autoevaluación de las infografías finales.

-Compartición de **materiales docentes**. Se ha creado una batería de 24 miniejercicios de programación, que quedan disponibles para todos el profesorado de LIBB y de otras asignaturas relacionadas (Bioinformática y Simulación de Bioprocesos, del Máster en Biotecnología Industrial y Ambiental, MBIA; Biología Computacional y de Sistemas, del Máster en Bioquímica, Biología Molecular y Biomedicina, MBBMB). En FIGG, se han revisado los ejercicios autoevaluables en H5P y los realizados que se proponen en aula. Todos estos materiales son exportables al Campus Virtual y otras plataformas.

-Formación en **habilidades digitales** basadas en herramientas de código abierto. Puesto que los ejercicios de H5P se vienen desarrollando mediante un *plugin* de WordPress, María Navarro (FIGG) y Antonio Sánchez (LIBB) han afianzado sus conocimientos sobre este gestor de contenidos con un curso del programa de formación del profesorado de la UCM.

-Potenciación de la **relación entre docentes y estudiantes**. Durante las evaluaciones por pares, estudiantes y profesores se han mantenido en contacto por vías electrónicas para resolver dudas sobre las rúbricas. Los estudiantes expertos han consensuado los criterios de evaluación con el profesorado responsable de las asignaturas.

#### C. Con respecto a las **ASIGNATURAS**:

-Estímulos a la **participación individual y a la colaboración** entre estudiantes. En FIGG, se ha conseguido una resolución de ejercicios autocorregibles en H5P del 75% (por grupos: B = 85%; C = 51%; E = 89%). En LIBB, ha realizado autoevaluaciones y/o evaluaciones por pares el 51% del alumnado, con un 100% de respuestas entre quienes decidieron participar.

-Aumento del **banco de ejercicios** de aplicación transversal. Se ha aumentado en un 33% el número de ejercicios básicos transversales de programación disponibles. Se han revisado los ejercicios de H5P y se han propuesto mejoras para la edición del próximo curso.

#### D. Con respecto al **GRADO EN BIOLOGÍA**:

-Fortalecimiento de la **integración de todos los colectivos**. Se ha promovido la participación del Personal de Administración y Servicios en las actividades docentes, en particular en las prácticas. Se han proporcionado herramientas de evaluación por pares (cuestionarios, rúbricas) para la crítica constructiva entre estudiantes y para que envíen sugerencias al profesorado.

-Se han comunicado resultados de 22/23 y 23/24 en el **congreso ICERI 2023**, con un póster y un artículo (ICERI 2023 Proceedings, pp. 3251-3258, doi: 10.21125/iceri.2023.0854; anexo 3).

-Se ha puesto a disposición del alumnado el **conocimiento experto** de Sandra Rayego Mateos sobre salidas profesionales en clínica hospitalaria, aunque este recurso apenas se ha usado.

#### E. Con respecto al **GRADO EN BIOQUÍMICA**:

-Incorporación de la **experiencia como programadores** de los dos alumnos expertos. La y el estudiantes que han participado en proyectos previos han actuado como evaluadores expertos y como consejeros del resto de sus compañeras/os.

-Mejora de los **conocimientos del alumando en tecnologías de la información**. Los alumnos expertos han recibido tutorías adicionales y el resto cursos básicos de programación en Python.

-Validación, mediante su propuesta en clase, de los **nuevos ejercicios básicos de programación**.

-Se han comunicado parte de los resultados en el **congreso INTED 2024**, con un póster y un artículo (INTED 2024 Proceedings, pp. 5238-5245, doi: 10.21125/inted.2024.1356; anexo 3).

### 3 Metodología empleada en el proyecto:

Junto a la ludificación de FIGG que se venía realizando, este curso se introdujo la autoevaluación y evaluación por pares en los ejercicios de programación de LIBB y en la infografía final de FIGG, de acuerdo a la siguiente metodología:

- a) Trabajo previo inicial (septiembre-enero):
  - i. Reuniones de constitución de los distintos grupos de trabajo:
    - En una primera reunión a principio de curso con todo el profesorado, se formaron grupos de trabajo por asignaturas, con AST (véase el apartado de recursos humanos para los nombres completos) como coordinador común.
    - LIBB se imparte al comienzo del primer cuatrimestre, por lo que GPF y AST, profesores, y TSV y JMMM, estudiantes expertos, se reunieron para fijar el procedimiento de evaluación por pares e incentivos propuestos al alumnado.
    - Las profesoras de teoría de FIGG (JMN, ML, CBO, junto con GVD) revisaron la organización docente y los ejercicios utilizados en la ludificación. Se propuso un cuestionario de evaluación de la infografía, para la evaluación por pares.
    - Los contenidos de las prácticas de FIGG se revisaron entre profesoras y técnicas de prácticas (GVD; RRV y MTLC), atendiendo a comentarios recibidos del alumnado en cursos previos. SRM actuó como consultora externa.
  - ii. Se prepararon los recursos computacionales: para LIBB, cuestionarios de evaluación en Google Docs; para FIGG, se actualizó la instalación de WordPress, con el *plugin* H5P. Se corrigieron algunos errores en la plataforma del juego. Se acordaron los cuestionarios interactivos (Kahoot, Socrative, etc.) que se usaron en el aula de teoría.
- b) Desarrollo del Laboratorio Integrado de Biofísica y Bioinformática, LIBB (sep.-dic.):
  - i. Al comienzo de la asignatura, se informó al alumnado sobre el proyecto. Tras proponer cada ejercicio evaluable, se abrieron formularios de registro.
  - ii. Tras evaluar cada ejercicio, los profesores publicaron una rúbrica detallada y asignaron ejercicios a evaluar a quienes se registraron. Antes de recibir las notas, el alumnado se autoevaluó y evaluó hasta a tres pares, salvo los expertos, que evaluaron una mitad.
  - iii. Se compararon las respuestas de profesores y alumnas/os. Los resultados se comunicaron en el INTED 2024.
- c) Desarrollo de Fundamentos de Ingeniería Genética y Genómica (enero-mayo):
  - i. Se comprobaron los ejercicios H5P creados por el profesorado en la web del juego.
  - ii. Se presentó el proyecto de ludificación (Pandemic) al alumnado y se formaron equipos de entre 4 y 6 miembros. Cada estudiante recibió un correo de registro e instrucciones.
  - iii. Durante la experiencia de ludificación, se propusieron ejercicios *off-line* y H5P, con los que se asignaron puntos en el juego, manualmente (*off-line*) o automáticamente (H5P).
  - iv. Cada grupo de estudiantes preparó una infografía y la expuso a sus compañeras/os. Los grupos que así lo desearon evaluaron a los demás.
  - v. Resultados analizados en 22/23 y la parte inicial de 23/24 se presentó en ICERI 2023.
- d) Actividades finales (tras las asignaturas, hasta junio):
  - i. Se obtuvieron opiniones subjetivas del alumnado sobre las actividades realizadas.
  - ii. Se hizo un análisis final de las autoevaluaciones y se tomó nota de los ejercicios H5P que han sido más problemáticos, para su futura corrección.

#### 4 Recursos humanos

En este curso se ha introducido la autoevaluación y evaluación por pares en dos asignaturas, LIBB y FIGG, y se ha mantenido la ludificación, mediante un juego de pandemias que incorpora ejercicios autocorregibles en H5P. Para atender a las nuevas actividades, se ha incorporado Gabriel Piedrafita Fernández a un equipo de profesoras/es tanto del Grado de Biología como del de Bioquímica. Como en los tres últimos proyectos de esta serie, ha continuado la participación de dos estudiantes del Grado en Bioquímica, así como la colaboración en las prácticas de laboratorio de miembros del Personal de Administración y Servicios y una consultora externa, que aportó su punto de vista y experiencia en el ámbito hospitalario. Un año más, el equipo ha estado formado mayoritariamente por mujeres.

##### *Personal docente y de administración y servicios*

El profesorado ha estado dividido en dos grupos, que se han mantenido en estrecho contacto. En primer lugar, las profesoras de FIGG, **Juana María Navarro** (coordinadora de este grupo), **Mar Lorente Pérez y Cristina Blázquez Ortiz**, impartieron la teoría de la asignatura y diseñaron los ejercicios que sirvieron de actividades en el juego Pandemic. Además de experiencia en el Grado en Biología, al que pertenece FIGG, también son profesoras del Grado en Bioquímica, por lo que entienden las particularidades de ambos y fueron idóneas para preparar los cuestionarios de evaluación por pares para las infografías. También revisaron los ejercicios en H5P y coordinaron los plazos de avance en el juego. Junto a ellas, participó **Govinda Guevara Acosta**, que ha estado involucrada en las prácticas de laboratorio y en la toma de decisiones sobre los ejercicios. **Regina Ranz Valdecasa y M<sup>a</sup> Teresa López Conejo**, pertenecientes al Personal de Administración y Servicios, contribuyeron con su experiencia a mantener la coherencia entre los ejercicios propuestos y las prácticas realizadas.

En un segundo grupo, **Antonio Sánchez Torralba** (coordinador de este grupo y del proyecto) y **Gabriel Piedrafita Fernández** prepararon los ejercicios de programación en Python y las rúbricas con las que los estudiantes se autoevaluaron y evaluaron a sus pares en LIBB, del Grado en Bioquímica. La experiencia de ambos en el área de Biología Computacional y de Sistemas les permitió diseñar una batería de ejercicios sencillos con los que el alumnado de LIBB y otras asignaturas (p.ej. Bioinformática y Simulación de Bioprocesos, del Máster en Biotecnología Industrial y Ambiental) pudo practicar, junto con las actividades evaluables de este proyecto.

##### *Estudiantes expertos*

Tanto **Teresa Sánchez Velasco** como **Jorge Mario Mateo Mendoza**, estudiantes del Doble Grado en Química y Bioquímica, han participado en varios PIMCD previos como programadores de la aplicación web en la que se desarrolla el juego Pandemic. Durante esos años, han aprendido no solo los lenguajes propios de internet (HTML, CSS, Javascript, PHP) sino también Python. En este curso, han alcanzado el último año del Grado en Bioquímica, por lo que además de colaboradores del proyecto han sido estudiantes. Por ello, gracias a su experiencia, han podido actuar como consejeros del resto de sus compañeros/as y como evaluadores expertos, previamente entrenados en los criterios aplicables, cuyas evaluaciones se han podido comparar con las de sus colegas.

##### *Asesoramiento externo*

Finalmente, **Sandra Rayego Mateos**, de la UAM y la Fundación Jiménez Díaz, ha aportado su perspectiva desde el sector de la salud, como consejera sobre salidas laborales.

## 5 Desarrollo de las actividades

En una primera toma de contacto de todo el equipo a principios de septiembre, se asignaron tareas en dos grupos, uno para el Grado en Biología y otro para el Grado en Química, con coordinación conjunta de AST. La principal decisión fue preparar cuestionarios de autoevaluación asociados a rúbricas, específicamente adaptados a las dos asignaturas principales del proyecto. Además, se acordó revisar la plataforma del juego Pandemic, para solucionar algunos de los problemas que se habían detectado el curso previo (envíos de *e-mails* de registro, defectos de puntuación automática, deficiencias en algunos ejercicios H5P). La plataforma, que ya se ha utilizado en la ludificación de Fundamentos de Ingeniería Genética y Genómica (FIGG), está alojada en [www.recursosbioquimica.es](http://www.recursosbioquimica.es) (ver <https://hdl.handle.net/20.500.14352/9476>) y permite el registro de estudiantes y profesores en una plataforma de juego interactivo en la que se va anotando la puntuación de cada grupo de estudiantes y las acciones que realizan. Desde el curso pasado, se dispone de ejercicios autocorregibles en H5P, desarrollados en WordPress y exportables a Codelgniter gracias a un nuevo sistema que permite incorporarlos a la dinámica del juego. Una novedad de este proyecto es la incorporación del Laboratorio Integrado de Biofísica y Bioinformática (LIBB), en el que se ha iniciado una experiencia de evaluación por pares, para la cual se planeó preparar cuestionarios en Google Docs, así como un formulario de registro.

### *Evaluación por pares en el Laboratorio Integrado de Biofísica y Bioinformática*

En el primer cuatrimestre, el alumnado de LIBB recibió ejercicios de Python con los que practicar la parte de programación de la asignatura. Al inicio, se les informó de la posibilidad de participar en un proyecto de autoevaluación y evaluación por pares. Se les explicó que una de las ventajas de este tipo de estrategia es la posibilidad de comparar su propio trabajo con los criterios docentes que establecemos los profesores, que a veces les resultan ajenos, y con las soluciones de sus colegas. Se les explicó que la actividad era totalmente voluntaria, pero contribuiría a su nota con alguna décima por ejercicio. Mientras que en la evaluación por pares hemos exigido registro, para poder organizar el reparto de ejercicios a puntuar (tres por estudiante, para no elevar demasiado su carga de trabajo, salvo los dos expertos, que han evaluado a la mitad de sus compañeras/os de grupo), la autoevaluación se dejó abierta para toda la clase.

Se sometieron a evaluación por pares tres ejercicios de programación en Python, de creciente complejidad. Tras la publicación de cada enunciado, se abrió un cuestionario de registro para quienes quisieron participar en la evaluación por pares. Al finalizar el plazo de entrega de cada ejercicio, tanto AST como GPF corrigieron los ejercicios. GPF lo hizo *ad libitum*, sin referencia a la rúbrica que preparó inicialmente AST. Esta diferencia en el método de corrección tenía como objetivo verificar la ausencia de sesgos en la rúbrica. Tras comparar las correcciones de ambos profesores, no se encontraron discrepancias significativas. Finalmente, la rúbrica se publicó para uso del estudiantado, junto con al menos una posible solución del ejercicio, y se abrió el cuestionario de auto/evaluación, en el que cada estudiante debía atenerse a las categorías cualitativas de las rúbricas (ver anexo 2), en lugar de puntuar numéricamente. En el primer ejercicio, se observó que las instrucciones no habían estado del todo claras a este respecto, por lo que se corrigió en los siguientes. Las categorías cualitativas tenían por objetivo promover la

reflexión crítica sobre los medios de resolución (algoritmos, funciones, etc.) utilizados por cada estudiante, más que sobre el resultado final de la ejecución de un programa.

Aunque en conjunto alrededor de la mitad del alumnado participó en el proyecto, evaluando sus propios ejercicios y los de hasta tres de sus compañeros/as, con un 52% de participación global, la participación fue decayendo a medida que avanzó la asignatura. Concretamente, en el primer ejercicio se registró el 73%, en el segundo, el 50%, y en el tercero, el 32%. Cabe señalar que este descenso en la participación corrió paralelo al porcentaje de entrega de los ejercicios en sí, por lo que debemos considerar cómo motivar al alumnado para que resuelvan los ejercicios más complicados en una época de mucha carga de trabajo, como es el último curso del Grado en Bioquímica. Una posibilidad es reestructurar las clases, de forma que la parte de programación se concentre al inicio del curso, con el inconveniente de que eso implicaría acortar los plazos de entrega.

Sin embargo, a pesar del descenso en el registro, más del 95% de los registrados terminó haciendo la evaluación de sus pares, a los que se sumaron dos o tres más que solo hicieron la autoevaluación, sin haberse registrado para la evaluación por pares, por lo que se puede concluir que el grado de compromiso de los estudiantes con la actividad fue muy elevado. De acuerdo con esta conclusión están el hecho de que en la otra parte de la asignatura que impartimos los profesores de este proyecto, que trata sobre la dinámica de sistemas biológicos mediante simulaciones, algunas estudiantes se ofrecieron voluntarias de forma espontánea para revisar los guiones de prácticas y hacerlos más comprensibles, dejando nuevas versiones que podremos utilizar el próximo curso. Entre ellas estuvo TSV, alumna experta que ya había participado en otros proyectos.

El análisis de los resultados de la evaluación por pares reveló una razonable correlación lineal entre las evaluaciones de alumnas/os y profesores (ver anexo 1), con coeficientes de regresión de alrededor de 0.75. La inspección de los datos muestra que hubo mayor acuerdo entre profesores y estudiantes cuando la calificación fue más alta y viceversa, obteniéndose en algún caso una ordenada en el origen bastante distinta de cero. Este resultado se podría interpretar como debido al conocido efecto Dunning–Kruger. También se observó un mayor acuerdo entre las evaluaciones por pares y las del profesorado que entre estas últimas y las autoevaluaciones, con algunas discrepancias muy llamativas, más habituales a bajas puntuaciones, pero también en algunas entregas concretas en las que los defectos del programa eran más sutiles, no tanto debidos a una ejecución errónea como a ineficiencias, más difíciles de descubrir para el estudiantado.

Finalmente, la opinión subjetiva de las/los estudiantes sobre la experiencia fue positiva, con una media de aproximadamente 4 sobre 5 al preguntar por la claridad y especificidad de las rúbricas, con valoraciones similares en cuanto a si la auto/evaluación mejoró la comprensión del ejercicio del estudiante o a si creía que tras la evaluación por pares haría el ejercicio mejor. La mejor puntuación, de alrededor de 4.5 de media, fue al responder sobre la utilidad de las soluciones publicadas en el campus virtual. En cuanto a la participación de los dos alumnos expertos, que estuvieron a disposición de sus compañeras/os para resolver dudas, sus evaluaciones fueron en general mejores que la media, reflejando la utilidad de los proyectos precedentes en la formación en habilidades digitales. Por otro lado, también hemos observado que el porcentaje de ejercicios

de programación contestados en el examen ha sido bastante superior al de otros años (cerca del 50%), cuando tradicionalmente eran preguntas que mayoritariamente se dejaban sin responder. Asimismo, las respuestas han sido de mayor calidad, teniendo en cuenta que se contestan sin ordenador en un examen con lápiz y papel.

#### *Ludificación y evaluación por pares en Fundamentos de Ingeniería Genética y Genómica*

La parte de ludificación del proyecto fue muy similar a la del curso pasado (consultar <https://hdl.handle.net/20.500.14352/87591> para más detalles). Brevemente, durante los primeros días de la asignatura, en enero, se envió a cada estudiante un correo con instrucciones de registro en la plataforma del juego y el 92.5% lo hizo. Durante la asignatura, las profesoras propusieron ejercicios que puntuaron para el juego, además de los autocorregibles en H5P directamente disponibles en la plataforma. Estos últimos los resolvieron globalmente en un 75%, con algunas diferencias entre grupos. Mientras que el B y en el E contestaron un mínimo del 85% de los registrados, en el C solo lo hicieron uno de cada dos. Habitualmente, los ejercicios no contestados fueron los asignados a ciertos estudiantes, aunque también se observó una menor tendencia a contestar en los dos últimos temas, de un total de siete, lo que tal vez se deba al aumento de carga docente en esas fechas, algo de lo que algunos/as estudiantes se quejan en las encuestas realizadas al final de la asignatura. También se identificaron algunos ejercicios con menor tasa de acierto que el resto, que se deberán revisar para el curso próximo.

En FIGG, la autoevaluación y evaluación por pares se centró en la infografía final de la asignatura (anexo 4) y en su exposición oral, para la que se preparó una rúbrica y su correspondiente cuestionario, mediante el que se pidió al alumnado que, por grupos, evaluara a otros dos grupos de sus compañeras/os y su propio desempeño. Las categorías de evaluación fueron "Creatividad", "Utilización del lenguaje científico", "Generalidad de los métodos", "Ajuste al tiempo", "Claridad de la exposición" y "Estética de la infografía", con puntuaciones del 1 al 10, junto con comentarios reflexivos sobre lo más positivo y lo mejorable (anexo 5). Además, como en otras ocasiones, al terminar FIGG se estudiaron las tasas de acceso a la aplicación del juego, que parecen más regulares este año, tal vez por la presencia, por primera vez, de ejercicios H5P en todos los grupos (el año pasado uno de los grupos se dejó como control, para estimar la diferencia con el resto). Por último, se propusieron cuestionarios de opinión subjetiva, pero el número de respuestas fue escaso, y heterogéneo entre grupos, por lo que no es posible hacer una estadística fiable. Sin embargo, entre los comentarios cualitativos (anexo 6) muchos indican que la parte de ludificación es lo que más les ha gustado de la asignatura, mientras que también una gran parte considera que la autoevaluación de la infografía les ha hecho entender mejor las distintas partes del temario. En cuanto a la evaluación por pares, varios estudiantes comentan que les ha hecho estar más atentos a las infografías de sus compañeros/as.

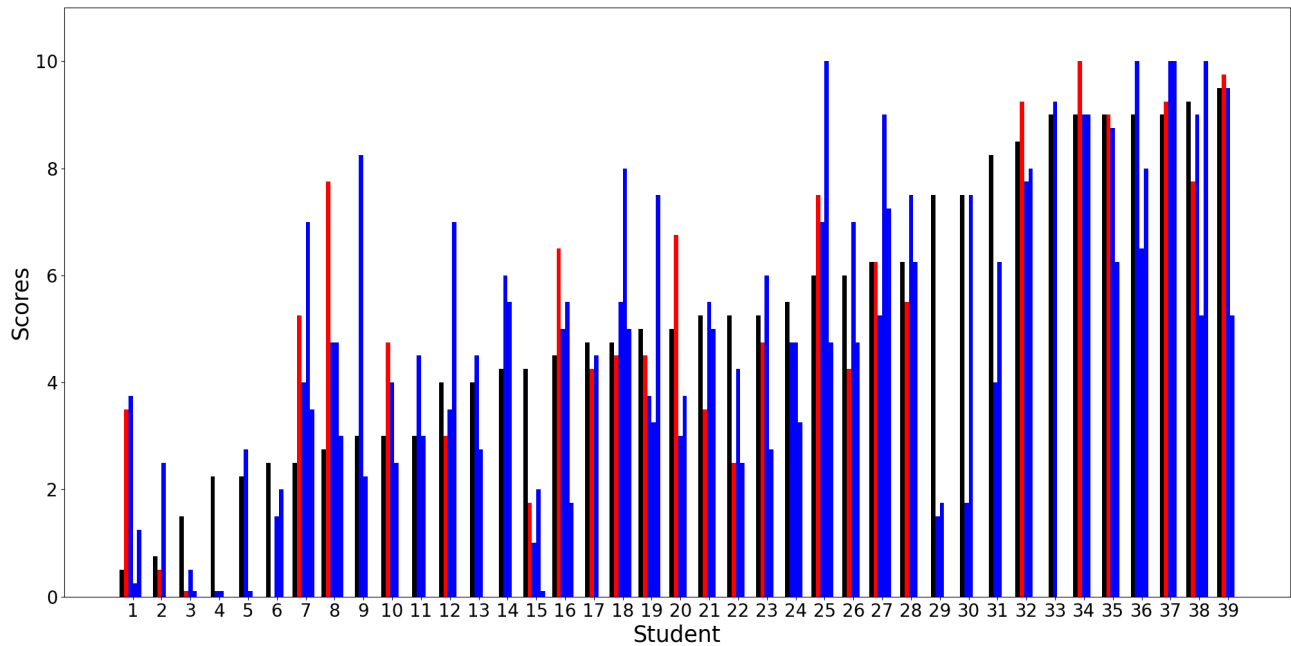
#### *Comunicaciones y publicaciones*

Los resultados de este proyecto y de parte del anterior se han comunicado en forma de póster en congresos de innovación educativa (ICERI 2023, INTED 2024; ver anexo 3), dando como resultado la publicación de sendos artículos. Además, se han presentado en una ponencia oral en la jornada Aprendizaje Eficaz con TIC 2023 de la UCM (*proceedings* pendientes de publicación).

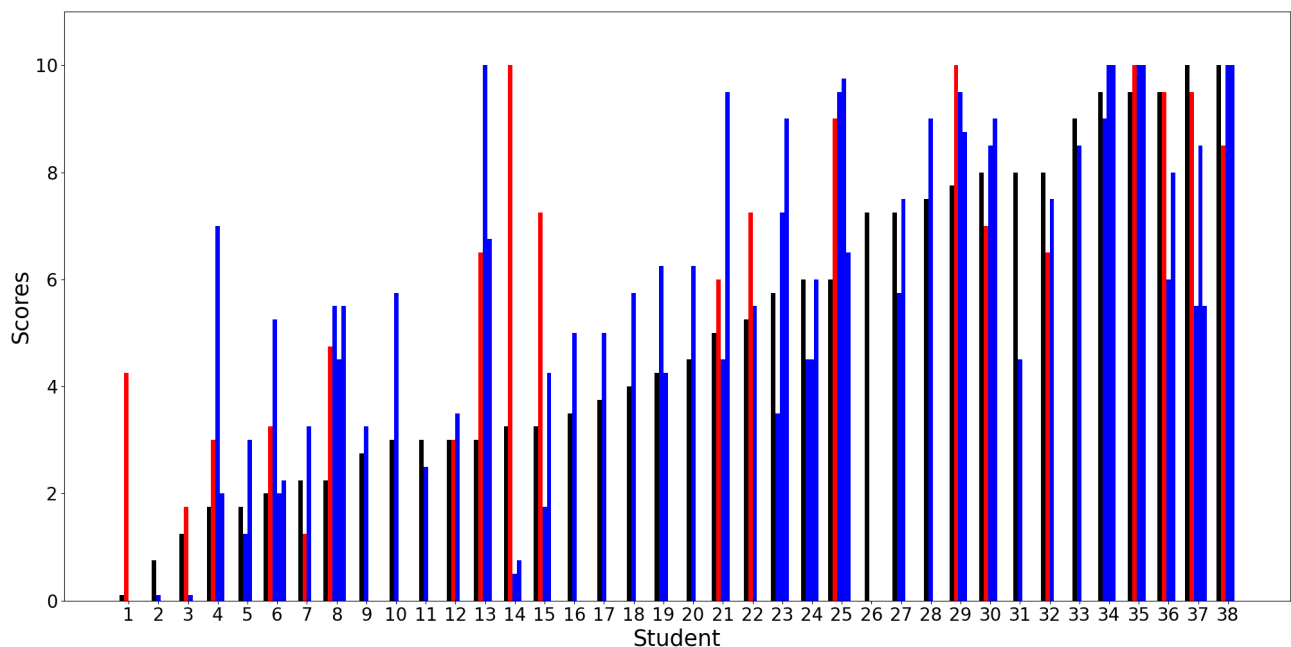
## 6 Anexos

**Anexo 1.** Comparativa de autoevaluaciones y evaluación por pares en LIBB con las calificaciones de los profesores y opinión subjetiva del alumnado.

*Comparativa de calificaciones por estudiante*

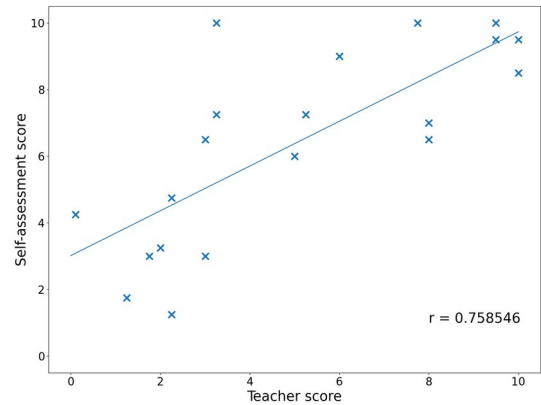
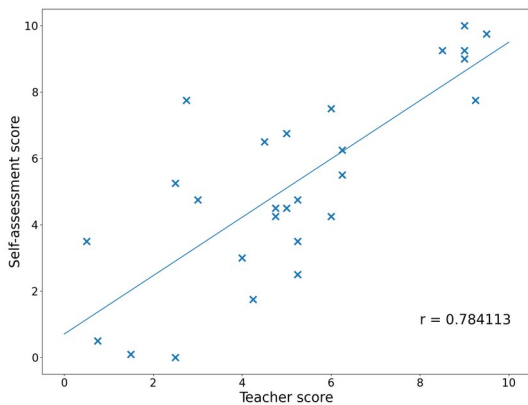


**Ejercicio 1.** Calificaciones de profesores (negro), evaluaciones por pares (azul) y autoevaluaciones (rojo)



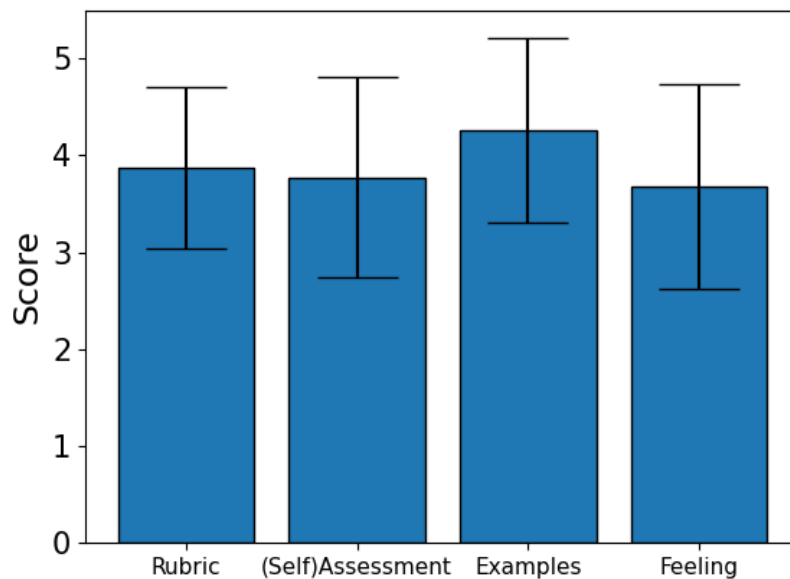
**Ejercicio 2.** Calificaciones de profesores (negro), evaluaciones por pares (azul) y autoevaluaciones (rojo)

**Correlación entre autoevaluaciones del alumnado y calificaciones del profesorado**



**Ejercicios 1 y 2.** La regresión lineal entre notas de alumnas/os y profesores en el ejercicio 1 (izquierda) muestran una ordenada en el origen apropiada y mayor acuerdo a notas altas. En el ejercicio 2, en cambio el alumnado sobreestima sus calificaciones a notas bajas (ordenada en el origen no nula)

**Opiniones subjetivas de estudiantes de LIBB sobre la autoevaluación y la evaluación por pares**



**Opiniones subjetivas.** Los aspectos a evaluar fueron: 1) La rúbrica de evaluación es clara y específica (Rubric); 2) Autoevaluarme (y/o evaluar a mis pares) me ha servido para comprender mejor el ejercicio (Self-Assessment); 3) Los ejemplos de solución me han ayudado a comprender mejor el ejercicio (Examples); y 4) Tras la evaluación por pares, si tuviera que hacer de nuevo un ejercicio parecido, creo que lo entenderías mejor (Feeling).

## Anexo 2. Ejemplo de ejercicio programación en Python y rúbrica en LIBB.

### EJERCICIO ENTREGABLE

Pedir por interprete de comandos dos secuencias o hebras de DNA, en minúsculas (no comprobar), potencialmente de longitudes distintas y de al menos 10 bases. Repetir la solicitud hasta que esta última condición se cumpla o hasta que la petición se haya hecho 5 veces sin éxito, en cuyo caso se imprimirá un error y el programa terminará sin hacer nada más.

Considerando que las secuencias están ya en polaridades opuestas, encontrar el número de bases complementarias entre las hebras en todos sus posibles desplazamientos relativos, con un mínimo de seis bases de solapamiento, y crear un diccionario en el que cada clave sea un número de bases complementarias correctamente apareadas y el valor sea una lista con los desplazamientos de la base inicial de la segunda hebra con respecto a la de la primera para los cuales se da ese número de bases complementarias. Dichos desplazamientos pueden ser, por supuesto, negativos. Si en la secuencia hay letras que no son bases canónicas o si lo son pero están en mayúsculas, ignorarlas sin que el programa dé error, pero sin que cuenten como apareadas.

NOTA: En python3, como necesitamos una cadena, al usar `input` no hay que llamar a `eval`.

#### RÚBRICA PARA EL EJERCICIO 1

Elegir una opción de cada apartado, a)-f), entre todas las ofrecidas, siendo por ejemplo a) si todo está perfecto, a0) si todo está mal y a1), etc., si la opción más grave que mejor se ajusta es esa.

<b>a) Pide las cadenas al usuario</b>	<b>= 1.00</b>
0) No lo hace	= 0.00
1) Si, pero no impide la continuación del programa si al final están mal	= 0.75
2) Si, pero vuelve a pedir una cadena ya dada correctamente o sigue tras 5 mal	= 0.50
3) 1) + 2)	= 0.25
4) Si, pero lo hace repitiendo el código de solicitud para ambas cadenas	= 0.50
5) 1) + 4)	= 0.25
6) Si, pero sin generalidad (no sería fácil pedir N cadenas)	= 0.75
<b>b) Comprueba las longitudes de las cadenas</b>	<b>= 1.50</b>
0) No lo hace	= 0.00
1) Si, pero comprueba cada vez, incluso cuando ya sabe que una está bien	= 1.00
2) Si, pero con condiciones particulares para cada caso	= 0.75
3) Si, pero repitiendo código	= 1.00
4) Lo intenta, pero la condición (o una parte) está mal	= 0.50
<b>c) Considera todas las posiciones relativas de las dos cadenas</b>	<b>= 1.50</b>
0) No lo hace	= 0.00
1) Si, pero en el bucle interno recorre todas las bases, no solo las solapantes	= 1.00
2) No, hay bucle externo, pero sin límites correctos (mínimo solapamiento de 6)	= 0.50
3) Si, pero separa todos en varios bucles	= 0.75
4) Lo intenta, pero en varios bucles y no es del todo correcto	= 0.50
5) Lo intenta, pero hay errores de extremos y/o faltan solapamientos	= 0.50
6) Casi, pero afecta/falla si las cadenas se invierten (influye cuál es la larga)	= 0.50
7) Si, pero hace "slicings" evitables para construir el bucle interno	= 1.00
8) No, hace "slicing", pero además faltan (o sobran) desplazamientos	= 0.50
<b>d) Compara los pares de bases en cada posición e ignora las no canónicas o mayúsculas</b>	<b>= 2.00</b>
0) No lo hace	= 0.00
1) Casi, pero una de las dos posiciones no es correcta (no es la enfrentada)	= 1.00
2) Si, pero con comparaciones literales en espaguetis con múltiples condiciones	= 0.50
3) Casi, pero faltan casos, como el solapamiento total de una de las cadenas	= 0.50
4) No, lo que compara son las bases directamente, no una y su complementaria	= 0.00
5) Casi, pero hay alguna condición que no se puede cumplir	= 0.50
6) No ignora las no canónicas	= 0.50
7) No, porque hay errores de índice fuera de rango	= 0.25
8) Casi, pero ha usado bases en mayúsculas en las comparaciones	= 1.00
9) Si, calculando extremos del solapamiento, pero con ifs separados y redundantes	= 1.00
10) Casi, pero no valida la base antes de consultar el diccionario y da error	= 0.75
11) Si, pero no precalculando la longitud del solapamiento, sino en tres casos	= 1.00
<b>e) Cuenta correctamente el número de bases apareadas en cada posición relativa</b>	<b>= 2.00</b>
0) No lo hace	= 0.00
1) Casi, pero no actualiza el contador en cada desplazamiento	= 1.00
2) Como 1), pero el problema es solo una indentación	= 1.50
3) Lo intenta, pero el par de bases que cuenta no es complementario	= 1.00
4) Lo habría hecho, si d) fuera correcto	= 1.00
5) Lo habría hecho, si ignorara las no canónicas	= 0.75
6) No, porque alguna condición excluye algún par o resetea anticipadamente	= 0.25
<b>f) Construye correctamente el diccionario de solapamientos</b>	<b>= 2.00</b>
0) No lo hace	= 0.00
1) No, porque no considera el caso en que la clave aún no esté en el diccionario	= 1.00
2) No, porque en lugar de una asignación hace una comparación y luego da error	= 0.50
3) No, porque el mismo desplazamiento aparece varias veces en el diccionario	= 0.25
4) Lógica casi bien, pero faltan desplazamientos	= 0.75
5) En parte, pero hay claves creadas que en realidad no existen (lista vacía)	= 1.00
6) Si, pero haciendo más bucles de los necesarios (en concreto, más de uno)	= 0.75


#### DESCUENTOS

Descontar una opción de g) si faltan comentarios o son mejorables y hasta tres detalles superfluos h). Hay ejemplos de estos últimos descritos a continuación. Por supuesto, hay ejercicios que pueden no tener descuentos.

<b>g) Comentarios</b>	
1) No	= -3.00
2) Malos	= -2.00
3) Regular	= -1.00
4) Comenta después del código descrito	= -0.50
<b>h) Detalles superfluos, como cálculos múltiples (máximo tres)</b>	<b>= -0.50</b>

# Anexo 3. Publicaciones en ICERI 2023 e INTED 2024.


## ICERI 2023




### COLLABORATIVE H5P GENETIC ENGINEERING EXERCISES ON A CODEIGNITER FRAMEWORK: A GAMIFIED EXPERIENCE TO PROMOTE STUDENT INVOLVEMENT AND SELF-ASSESSMENT

A. Sánchez Torralba<sup>1</sup>, C. Blázquez Ortiz<sup>1</sup>, O. Cañadas Benito<sup>1</sup>, B. García-Fojeda García-Valdecasas<sup>1</sup>, G. Guevara Acosta<sup>1</sup>, M.T. López Conejo<sup>1</sup>, M. Lorente Pérez<sup>1</sup>, J.M. Mateo Mendoza<sup>1</sup>, L. Nogués<sup>1</sup>, R. Ranz Valdecasa<sup>1</sup>, S. Rayego Mateos<sup>1</sup>, M. Ruiz Ortega<sup>2</sup>, T. Sánchez Velasco<sup>1</sup>, G. Velasco Díez<sup>1</sup>, J.M. Navarro Llorens<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Complutense de Madrid, <sup>2</sup> Universidad Autónoma de Madrid





**PANDEMIC Game Platform with H5P integration**


We previously applied several teaching techniques to **Fundamentals of Genetic Engineering and Genomics (FGE)**, an optional second-year subject of the Biology Degree at Complutense University of Madrid (UCM). Our previous experience shows that **gamification is a useful tool to motivate students** and to make them understand the social relevance of the subject.

However, several difficulties persist: 1) **Students lacked immediate feedback** to facilitate their self-assessment; 2) although they organized in teams, **not all members participated equally** during the progress of the subject 3) manual marking means that teachers are loaded with **extra clerical work**; and 4) students complained of **excessive workload**, due to the additional exercises needed to play the game.


In another communication, we informed about the development of an **H5P system for Codeigniter**, the framework that we used to write the game code. Here, we report on the **practical application of H5P exercises to FGE**, as integrated in the game platform. Our main goal was to promote equal student participation in the subject and to provide them with a tool for self-assessment.

### Methods

At the first stage of the project, teachers prepared a collection of H5P exercises, using the WordPress plugin. The team of programmers prepared the Codeigniter H5P system and imported the exercises into the PANDEMIC game. Students organized in teams of 4-6 members. A randomization system was created to automatically assign exercises to all of them, for each lesson of the subject. After answering the questions, solutions to the exercises were opened so that students could self-assess their progress and understanding.




**WordPress H5P Administration**



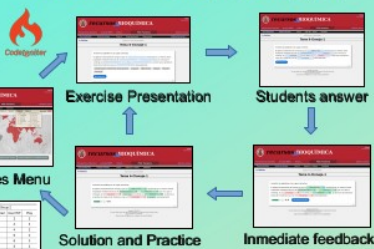
**PANDEMIC Webpage**

### Results


**Exercise collection**




**H5P PANDEMIC Exercise Lifecycle**



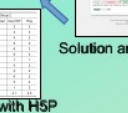
**Assessment**



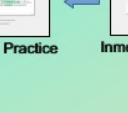
**Exercises Menu**



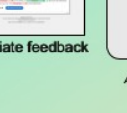
**Solution and Practice**



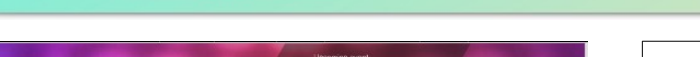
**Students answer**



**Immediate feedback**



**Control (No H5P) vs. Increased participation with H5P**



### Conclusions

- Integration of H5P exercises in a gamification platform increased individual participation of Fundamentals of Genetic Engineering and Genomics students in their own self-assessment.
- Students who answered H5P exercises also played the game more frequently. More importantly, they also contributed more regularly to the progress of their team in the subject.
- Students still report excessive workload, suggesting that some exercises need to be reassessed.
- Teachers saw their clerical work alleviated by self-marking exercises.
- Standard H5P content types are useful for most exercises, but Genetic Engineering involves specific tasks, not fully covered by them. Creation of new types is recommended (e.g. for protocol design exercises).

**Acknowledgements**  
This work has been funded by the Complutense University of Madrid (UCM) through educational innovation projects PIMCD 2023-330, PIMCD 2022-225 and PIMCD 2021-306. We appreciate the participation of most students of Fundamentals of Genetic Engineering and Genomics, Biology Degree, UCM.

iated **DIGITAL LIBRARY**

Log In

ICERI 2024

SEVILLE (SPAIN)

13-15 NOVEMBER 2023

---

**COLLABORATIVE H5P GENETIC ENGINEERING EXERCISES ON A CODEIGNITER FRAMEWORK: A GAMIFIED EXPERIENCE TO PROMOTE STUDENT INVOLVEMENT AND SELF-ASSESSMENT**

A. Sánchez Torralba<sup>1</sup>, C. Blázquez Ortiz<sup>1</sup>, O. Cañadas Benito<sup>1</sup>, B. García-Fojeda García-Valdecasas<sup>1</sup>, G. Guevara Acosta<sup>1</sup>, M.T. López Conejo<sup>1</sup>, M. Lorente Pérez<sup>1</sup>, J.M. Mateo Mendoza<sup>1</sup>, L. Nogués<sup>1</sup>, R. Ranz Valdecasa<sup>1</sup>, S. Rayego Mateos<sup>1</sup>, M. Ruiz Ortega<sup>2</sup>, T. Sánchez Velasco<sup>1</sup>, G. Velasco Díez<sup>1</sup>, J.M. Navarro Llorens<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Complutense de Madrid (SPAIN)  
<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Madrid (SPAIN)

Conference name: 16th annual International Conference of Education, Research and Innovation  
Dates: 13-15 November, 2023  
Location: Seville, Spain

---

**About this paper:**

Appears in: ICERI2023 Proceedings  
Publication year: 2023  
Pages: 3251-3258  
ISBN: 978-84-09-55942-8  
ISBN: 2340-1095  
doi: 10.21125/iceri.2023.0854

---

**Abstract:**

Self-correcting exercises are powerful tools to promote self-study, immediate feedback and reuse of teaching materials in digital environments. H5P is a popular framework that provides a vast variety of interactive content types to create such exercises and to share them in several content and learning management systems, e.g. Wordpress or Moodle. One of the main advantages of H5P is that it is a self-contained format that includes all necessary elements in a single file, thus simplifying portability among different platforms. Unfortunately, not all important frameworks have an H5P plugin. One that has not is Codeigniter, precisely the PHP web application framework that we have previously used to introduce a pandemic game in Fundamentals of Genetic Engineering and Genomics (FGE), a second-year subject of the Biology Degree at Complutense University of Madrid (UCM).

Gamification of FGE has proved a valuable approach to motivate students to learn the theory of the Genetic Engineering tools that they will later apply in the wet lab. To get points and play the game, small groups of students need to solve tasks that the teachers pose in the classroom, including Kahoot questions, Socrative quizzes, and pen and paper exercises. However, lack of integration within the game application means that each teacher must feed marks in by hand and students see the game tasks as extra and often superfluous workload, somewhat detached from the game. Another common complaint is that not all members in each group contribute equally, a problem partly due to not having simple individual tasks within the game, which could easily be implemented with H5P. For these reasons, last year we started building a much-needed H5P system for Codeigniter. Here we report on its development and integration within the Pandemic game.

Among the benefits of introducing H5P exercises in the game, we found a more pervasive participation of all students in problem-solving within the game platform, compared to exercises proposed directly in the classroom, as well as more collaboration among teachers who could prepare and share exercises more easily. Additionally, we enrolled some students from the Biochemistry degree who contributed to programming the H5P system. Since Bioinformatics, is a last-year subject in their degree, we expect that they will profit from this experience in future courses. One limitation of H5P exercises is that they are general-purpose, whereas some Genetic Engineering exercises, such as plasmid design, have very specific needs. We conclude that in addition to the new H5P system for Codeigniter, additional content types will have to be produced to accommodate Biochemistry and Molecular Biology characteristics.

**Keywords:**  
Self-learning, portable exercises, open-source tools, gamification, motivation.

iated **DIGITAL LIBRARY**

Log In

ICERI 2024

SEVILLE (SPAIN)

13-15 NOVEMBER 2023

---

**COLLABORATIVE H5P GENETIC ENGINEERING EXERCISES ON A CODEIGNITER FRAMEWORK: A GAMIFIED EXPERIENCE TO PROMOTE STUDENT INVOLVEMENT AND SELF-ASSESSMENT**

A. Sánchez Torralba<sup>1</sup>, C. Blázquez Ortiz<sup>1</sup>, O. Cañadas Benito<sup>1</sup>, B. García-Fojeda García-Valdecasas<sup>1</sup>, G. Guevara Acosta<sup>1</sup>, M.T. López Conejo<sup>1</sup>, M. Lorente Pérez<sup>1</sup>, J.M. Mateo Mendoza<sup>1</sup>, L. Nogués<sup>1</sup>, R. Ranz Valdecasa<sup>1</sup>, S. Rayego Mateos<sup>1</sup>, M. Ruiz Ortega<sup>2</sup>, T. Sánchez Velasco<sup>1</sup>, G. Velasco Díez<sup>1</sup>, J.M. Navarro Llorens<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Complutense de Madrid (SPAIN)  
<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Madrid (SPAIN)

Conference name: 16th annual International Conference of Education, Research and Innovation  
Dates: 13-15 November, 2023  
Location: Seville, Spain

---

**Abstract:**

Self-correcting exercises are powerful tools to promote self-study, immediate feedback and reuse of teaching materials in digital environments. H5P is a popular framework that provides a vast variety of interactive content types to create such exercises and to share them in several content and learning management systems, e.g. Wordpress or Moodle. One of the main advantages of H5P is that it is a self-contained format that includes all necessary elements in a single file, thus simplifying portability among different platforms. Unfortunately, not all important frameworks have an H5P plugin. One that has not is Codeigniter, precisely the PHP web application framework that we have previously used to introduce a pandemic game in Fundamentals of Genetic Engineering and Genomics (FGE), a second-year subject of the Biology Degree at Complutense University of Madrid (UCM).


Gamification of FGE has proved a valuable approach to motivate students to learn the theory of the Genetic Engineering tools that they will later apply in the wet lab. To get points and play the game, small groups of students need to solve tasks that the teachers pose in the classroom, including Kahoot questions, Socrative quizzes, and pen and paper exercises. However, lack of integration within the game application means that each teacher must feed marks in by hand and students see the game tasks as extra and often superfluous workload, somewhat detached from the game. Another common complaint is that not all members in each group contribute equally, a problem partly due to not having simple individual tasks within the game, which could easily be implemented with H5P. For these reasons, last year we started building a much-needed H5P system for Codeigniter. Here we report on its development and integration within the Pandemic game.

Among the benefits of introducing H5P exercises in the game, we found a more pervasive participation of all students in problem-solving within the game platform, compared to exercises proposed directly in the classroom, as well as more collaboration among teachers who could prepare and share exercises more easily. Additionally, we enrolled some students from the Biochemistry degree who contributed to programming the H5P system. Since Bioinformatics is a last-year subject in their degree, we expect that they will profit from this experience in future courses. One limitation of H5P exercises is that they are general-purpose, whereas some Genetic Engineering exercises, such as plasmid design, have very specific needs. We conclude that in addition to the new H5P system for Codeigniter, additional content types will have to be produced to accommodate Biochemistry and Molecular Biology characteristics.

**Keywords:** Self-learning, portable exercises, open-source tools, gamification, motivation.

Proceedings of ICERI2023 Conference 3251 ISBN: 978-84-09-55942-8  
13th-15th November 2023, Seville, Spain


14



## ENHANCING CRITICAL THINKING THROUGH SELF-ASSESSMENT AND PEER REVIEW IN GENETIC ENGINEERING AND SYSTEMS BIOLOGY SUBJECTS

A. Sánchez Torralba<sup>1</sup>, C. Blázquez Ortiz<sup>1</sup>, G. Guevara Acosta<sup>1</sup>, M.T. López Conejo<sup>1</sup>, M. Lorente Pérez<sup>1</sup>, J.M. Mateo Mendoza<sup>1</sup>, G. Piedrafitra<sup>1</sup>, R. Ranz Valdecasa<sup>1</sup>, S. Rayego Mateos<sup>2</sup>, T. Sánchez Velasco<sup>1</sup>, J.M. Navarro Llorens<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Complutense de Madrid, <sup>2</sup> Universidad Autónoma de Madrid



Last year, we introduced self-correcting H5P exercises in **Fundamentals of Genetic Engineering and Genomics (FGE)**, an optional second-year subject of the Biology Degree at Complutense University of Madrid (UCM), in the context of a gamification experience. We found that allowing students to review their peers' responses to exercises was useful to motivate them to participate in the class. This year we wanted to verify whether this approach is also useful to improve their understanding of their own weaknesses.

In addition, some students of the Biochemistry Degree have been collaborating in the development of the FGE game. This year, they enrolled in **Biophysics and Bioinformatics (BB)**, a final-year subject of their degree that involves Python programming, which Biochemistry students often find difficult. We took this as an opportunity to assess whether our collaborators' previous experience could be extended to their colleagues. Hence, we organized a self-assessment and peer-review activity, with "expert support" from both peers and teachers. Our main goal was to show students that there are several approaches to every programming exercise, by giving them access to more than one solution, while at the same time promoting precise critical thinking and self-inspection.

### Methods

In BB, students with no previous experience in programming were trained using simple, single-task Python exercises that were revised in class.


Non-trivial deliverable Python exercises were handed out and a detailed rubric was published after the teachers' finished marking, so it reflected every single problem identified in students' exercises.

Students used the rubric for self-assessment and review of their peers' exercises. They scored exercises using qualitative categories and received extra points for their assessments.


Teachers compared their scores to the teachers' and feedback was given.

In FGE, students used H5P exercises for practice and peer-review.

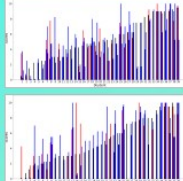
### Rubric example



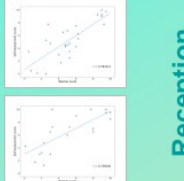
### Exercise examples



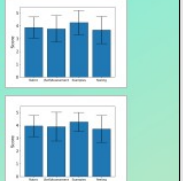
### Results



Scores



Correlations



Reception

**Self-assessment and peer-review**    **Self-assessment vs. teacher**    **Student opinion**

Correlations between **teacher (black)** and student scores (**self-assessment: red; peer-review: blue**) were generally good, with exceptions clearly showing and pointing to students that needed extra support.

Most students view the self-assessment and peer-review activity as a useful approach to improve their programming skills. Well-commented example code was viewed as the most relevant learning tool.

### Conclusions

- Self-assessment and peer review techniques help increase reading comprehension of detailed programming exercises. Understanding the problem, rather than reasoning abilities, stands out as the weakest point of Biochemistry students.
- Not only code, but also comments improved, both in content and organization, as students were able to review their peer's solutions and the teacher's code examples.
- Detailed a *posteriori* rubrics are essential for students to recognize what they need to improve. They also help convey a sense of fairness to the evaluations.
- Judging from self-assessments, future efforts must focus on removing "all or nothing" interpretations of the students' own work. They often fail to appreciate their progress when a program does not produce 100% of the expected results, even though their code may have valuable contributions to the solution.

**Acknowledgements**  
This work has been funded by the Complutense University of Madrid (UCM) through educational innovation projects PIMCD 2023-330, PIMCD 2022-225 and PIMCD 2021-306. We appreciate the participation of most students of Biophysics and Bioinformatics Degree, and Fundamentals of Genetic Engineering and Genomics, Biology Degree, UCM.

**iated DIGITAL LIBRARY**

Log in

**ICERI 2024**

SEVILLE (SPAIN) 14-15 MARCH 2024

SEMINAR SUBMISSIONS

---

**ENHANCING CRITICAL THINKING THROUGH SELF-ASSESSMENT AND PEER REVIEW IN GENETIC ENGINEERING AND SYSTEMS BIOLOGY SUBJECTS**

AS A. Sánchez Torralba<sup>1</sup>

CB C. Blázquez Ortiz<sup>1</sup>

GIG G. Guevara Acosta<sup>1</sup>

ML M.T. López Conejo<sup>1</sup>

ML M. Lorente Pérez<sup>1</sup>

JM J.M. Mateo Mendoza<sup>1</sup>

GP G. Piedrafitra<sup>1</sup>

RR R. Ranz Valdecasa<sup>1</sup>

SR S. Rayego Mateos<sup>2</sup>

TS T. Sánchez Velasco<sup>1</sup>

JM J.M. Navarro Llorens<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Complutense de Madrid (SPAIN)  
<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Madrid (SPAIN)

**About this paper:**  
Appears in: *INTED2024 Proceedings*  
Publication year: 2024  
Pages: 5238-5245  
ISBN: 978-84-09-59215-9  
ISSN: 2340-1079  
doi: 10.21125/inted.2024.1356

Conference name: 18th International Technology, Education and Development Conference  
Dates: 4-6 March, 2024  
Location: Valencia, Spain

[Cite]

**Abstract:**  
Fundamentals of Genetic Engineering and Genomics (FGE) and Biophysics and Bioinformatics (BB) are two undergraduate subjects at Complutense University of Madrid (UCM) that, although quite different in contents, pose similar difficulties for students. Both introduce quite novel materials and approaches in their respective degrees (Biology and Biochemistry) and both are rather practical in nature. To encourage students to self-assess their progress and to practice, we recently introduced H5P exercises as part of the FGE evaluation, in the context of an on-line game. We found that integrating interactive exercises in the game, rather than presenting them separately, motivates students to participate in team activities, while also contributing individually to the common effort. Hence, they provide an exceptional tool to probe the benefits of self-assessment and also of peer review. At the same time, we recruited a couple of students to help us in programming tasks during the development of the game. Both are now in their last year of the Biochemistry degree, which places them in an excellent position to review the work of their peers in an introductory Python course.

In order to promote critical thinking, this year we have asked BB students to self-assess their Python exercises, following the same rubric as the teachers. They were also given the opportunity to mark some of their colleagues' work. Our goal was to allow them to compare different approaches to the same problem and to help them improve their own performance. In addition, each exercise was marked by two teachers, and two broad groups of students were formed. One served as a control, whereas in the other, the two previously trained students evaluated their peers. The final score of each exercise was a weighted average in which discrepancies between teachers and agreement with the rubric were counted positively. About half of the students participated in the experience. Here we report on the progress that we observed on the problem-solving abilities of our students. We also discuss the similarities and differences between the two subjects. Finally, we comment on technical aspects of the implementation of self-assessment and peer-review, such as randomization and anonymization of evaluation assignments, as well as on the on-line means we used to make exercises available for student reviewers, both on the UCM virtual campus and the game platform for FGE.

**Keywords:**  
Self-learning, peer review, open-source tools, gamification, pre-training.

**ENHANCING CRITICAL THINKING THROUGH SELF-ASSESSMENT AND PEER REVIEW IN GENETIC ENGINEERING AND SYSTEMS BIOLOGY SUBJECTS**

A. Sánchez Torralba<sup>1</sup>, C. Blázquez Ortiz<sup>1</sup>, G. Guevara Acosta<sup>1</sup>, M.T. López Conejo<sup>1</sup>, M. Lorente Pérez<sup>1</sup>, J.M. Mateo Mendoza<sup>1</sup>, G. Piedrafitra<sup>1</sup>, R. Ranz Valdecasa<sup>1</sup>, S. Rayego Mateos<sup>2</sup>, T. Sánchez Velasco<sup>1</sup>, J.M. Navarro Llorens<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Complutense de Madrid (SPAIN)  
<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Madrid (SPAIN)

**Abstract**

Fundamentals of Genetic Engineering and Genomics (FGE) and Biophysics and Bioinformatics (BB) are two undergraduate subjects at Complutense University of Madrid (UCM) that, although quite different in contents, pose similar difficulties for students. Both introduce quite novel materials and approaches in their respective degrees (Biology and Biochemistry) and both are rather practical in nature. To encourage students to self-assess their progress and to practice, we recently introduced H5P exercises as part of the FGE evaluation, in the context of an online game. We found that integrating interactive exercises in the game, rather than presenting them separately, motivates students to participate in team activities, while also contributing individually to the common effort. Hence, they provide an exceptional tool to probe the benefits of self-assessment and also of peer review. At the same time, we recruited a couple of students to help us with programming tasks during the development of the game. Both are now in their last year of the Biochemistry degree, which places them in an excellent position to review the work of their peers in an introductory Python course.

In order to promote critical thinking, this year we have asked BB students to self-assess their Python exercises, following the same rubric as the teachers. They were also given the opportunity to mark some of their colleagues' work. Our goal was to allow them to compare different approaches to the same problem and to help them improve their own performance. In addition, each exercise was marked by two teachers, and two broad groups of students were formed. One served as a control, whereas in the other, the two previously trained students evaluated their peers. The final score of each exercise was a weighted average in which discrepancies between teachers and agreement with the rubric were counted positively. About half of the students participated in the experience. Here we report on the progress that we observed on the problem-solving abilities of our students. We also discuss the similarities and differences between the two subjects. Finally, we comment on technical aspects of the implementation of self-assessment and peer review, such as randomization and anonymization of evaluation assignments, as well as on the on-line means we used to make exercises available for student reviewers, both on the UCM virtual campus and the game platform for FGE.

**Keywords:** Self-learning, peer review, open-source tools, gamification, pre-training.

**1 INTRODUCTION**

In recent years, we have created a web platform to gamify Fundamentals of Genetic Engineering and Genomics (FGE), a second-year subject of the Biology Degree at Complutense University of Madrid [1-3]. Despite its success, for a number of academic years, exercises were proposed and solved offline and teachers would upload scores into the platform, thus devoting a significant amount of time to clerical work. Students, on their part, suffered from an excessive workload that we were resolved to alleviate by introducing interactive exercises, based on the open-source content-type framework H5P [4]. Our preliminary results were very promising. We found that most students, who would not otherwise participate either in the game or in several of the off-line activities, were motivated to solve H5P questions, because of their greater simplicity, faster feedback response and integration within the game [5]. Furthermore, after completing them within the allocated deadline, the exercises remain available for practice, providing an excellent pedagogical tool for self-assessment. This opens the possibility to explore the benefits not only of self-study but also of peer review at an undergraduate level. These automatic tools also provide the chance to overcome some of the well-known limitations of peer assessment in higher education, in particular, the intractability of handling increasing numbers of students without the aid of information technologies [6].

Proceedings of INTED2024 Conference  
4th-6th March 2024, Valencia, Spain

5238      ISBN: 978-84-09-59215-9

15

# Anexo 4. Infografías de FIGG

## PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE: PANDEMIA

OBJETIVO  
A partir de las características dadas y experimentos realizados, vamos a identificar QUÉ PATÓGENO se está expandiendo por el mundo, y cómo evitarlo.

PROCEDIMIENTO Y ACTIVIDADES:

### ANÁLISIS E HIBRIDACIÓN DEL DNA

- Cantidad de DNA.
- Complementariedad entre el DNA y las sondas.
- Determinación de la pureza.

### MODIFICACIONES DEL DNAmc:

- Obtención de la secuencia complementaria a una dada.
- Obtención de los resultados de la acción de la **exonucleasa** del fago lambda y la **nucleasa S1**.
- Estudio de la acción de la **fosfatasa alcalina** después de la polinucleotidil quinasa (PNK) en presencia de ATP. Posteriormente, actúa la **desoxinucleotidil transferasa terminal (dNTP)** añadiendo GTP al medio.
- Anulación de una diana al introducir una mutación mediante diseño de cebadores adecuados.

### CEBADORES PARA PCR

- Forward: 5'-ATGAGTTTATCGTTTAC-3'
- Reverse: 5'-TTATAAAAATTTGGC-3'

### CLONAJE DNA

- Digestión del fragmento y del plásmido **pBluescript II KS+** con enzimas de restricción.
- Incubación con **DNA ligasa**.
- Siembra de bacterias con el plásmido modificado para su transformación.
- Selección de las bacterias recombinantes de las bacterias transformantes.
- Extracción del plásmido recombinante.

### SECUENCIACIÓN DEL GENOMA

- Con los vectores **pBluescript** y las enzimas **EcoRI** y **BamHI** se separan los fragmentos del patógeno.
- Se diseña un cebador con la secuencia original.
- 2 PCRs paralelas.
- Se mezclan y se desnaturalizan las copias de ambas secuencias.

### RESUMEN

## NUEVA INVASIÓN DE VIRUS

# PROYECTO PANDEMIA

Rufo Campañello, María Carrasco, Altano del Valle, Denisa Bumbu y Eliana Fuente

### 1 EXTRACCIÓN DEL RNA VIRAL

- Espectrofotometría
- RNA muy lábil (Cuidado con los RNAsas!)
  - Homogeneización (EDTA - quelante)
  - Purificación (DNAsas, proteasa K)
  - Precipitación

### 2 CUANTIFICACIÓN Y COMPARACIÓN DEL RNA

- Absorbancia de RNA 260 nm
- Concentración de RNA 1 ud A260=40 µg/ml
- Pureza = A260/A280 de 2.0 a 2.2
- Northern blot:
  - Electroforesis del RNA
  - Transferencia a membrana
  - Añadir sondas marcadas
  - Hibridación del RNA con sondas
  - Comparar con bases de datos

### 3 IDENTIFICACIÓN DEL PATÓGENO CON SU SECUENCIA DE ADN

Nucleotide BLAST

### 4 MODIFICACIÓN DE LA SECUENCIA

PCR PRODUCTO TAMAÑO: 336 BASES

5 AMPLIFICACIÓN DEL RNA

6 CLONAJE DEL ANTIGENO DEL PATÓGENO

El medio cuenta con ampicilina y X-gal

## YERSINIA PESTIS

BACILO GRAM- CULPABLE DE LA PESTE

### SÍNTOMAS

Fiebre, escalofríos, dolor muscular...  
Tumefacción dolorosa de los ganglios linfáticos, denominados «bubones», llagas abiertas supurantes. Puede diseminarse a los pulmones, causando la forma más grave, la peste neumónica. Se trata con antibióticos.

### EXTRACCIÓN DNA

Cell Lysis → Protein Removal → DNA Precipitation → DNA Rehydration

### IDENTIFICACIÓN

Primero hacemos una PCR con los siguientes oligos:  
Forward 5'-ATGACGTCAATTCTTAATA  
Reverse 5'-TTACGACGTTTGCTGCTT

Obtenemos un producto de PCR de 782 bases.  
Posteriormente hacemos un **BLAST** de la secuencia que hemos obtenido → se corresponde al 100% con Yersinia pestis

### CLONAJE

1. Extracción y purificación  
2. Añadir adaptadores  
3. Amplificar con PCR  
4. Secuenciación  
5. Identificación

### SECUENCIACIÓN

Componentes de la vacuna: Vacunas vivas atenuadas contra la peste neumónica

## VIH Virus de inmunodeficiencia humana

### DESCRIPCIÓN

- Ataca al SI humano, específicamente los linfocitos T CD4.
- Virus perteneciente a la familia de los retrovirus al género Lentivirus.
- Transmisión por contacto directo
- Síntomas: similares a la gripe, luego permanece latente, pero sigue atacando y debilitando el sistema inmune conocida como SIDA (sistema susceptible a infecciones e enfermedades graves).
- Sin tratamiento, el SIDA puede ser fatal.

### EXTRACCIÓN DEL MATERIAL GENÉTICO

- Preparación de la muestra
- Lisis celular y viral
- Inactivación de RNAsas y proteínas
- Purificación del ADN
- Concentración y elución del ADN
- Análisis y almacenamiento

### MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN

1 PCR → Southern Blot

Forward 5'-TGTTAGACAGGTGGAGCCGGGAGCTCTC-N BASES-CCACTCTAGACTGAGTAA-3'  
Reverse 5'-TGTTAGACAGGTGGAGCCGGGAGCTCTC-N BASES-GGTGATGCTGACTGATTTT-3'

PCR:  
Cebadores A: Forward 5'-TGTTAGAC  
B: Reverse 3'-TTTATAC

Southern Blot: sondas marcadas con [<sup>32</sup>P] ATP  
Forward 5'-TGTTAGACAGGTGGAGCCGGGAGCTCTC-N BASES-CCACTCTAGACTGAGTAA-3'  
Reverse 5'-ACAACTCGTTCAGCTCGGGCCCTCGAG-N BASES-GGTGATGCTGACTGATTTT-3'

### SECUENCIACIÓN DEL GENOMA

- Fragmentación del ADN
- Enriquecimiento (opcional)
- Métodos de captura por hibridación en fase sólida
- Métodos de amplificación por PCR
- Ligación del material amplificado a una superficie sólida donde se dará la secuenciación
- Secuenciación del material genético
- Análisis bioinformático
- Creación de informes

### CONSTRUCCIÓN DE GENOTECAS

- Obtención de muestras de material genético del VIH.
- Fragmentación del ADN viral en pedazos manejables.
- Construcción de Vectores de clonación para insertar el ADN.
- Ligación de fragmentos de ADN viral en los vectores.
- Introducción de los vectores en las células huésped (mamífero).
- Selección de colonias clonales que contengan los vectores.
- Amplificación de la biblioteca de clones para obtener suficiente ADN.
- Caracterización de los genes insertados para confirmar su identidad y orientación.
- Análisis Funcional de los genes del VIH de interés.

### PRODUCCIÓN DE VACUNA

Identificación de antígenos clave, que sean altamente conservados entre las diferentes cepas del virus.

Diseño de una vacuna que estimule una respuesta inmune fuerte y específica contra el VIH. Pueden ser: vacunas basadas en proteínas, vacunas de vectores virales o vacunas de ARN o ADN.

Ensayos clínicos para evaluar la seguridad y eficacia de la vacuna en humanos.

Ajustes y mejoras en el diseño de la vacuna para aumentar su efectividad.

Elaborado por: Rubén Vergara, Álvaro García, Jaime Domínguez, Lidia García, Jorge de las Parras, Laura Carrasco

## SARS-COV2

PARA BERMÚDEZ DE CASTRO, GORKA OYARZABAL, LUCÍA RESINO, ANDREA REY, MARINA RODRÍGUEZ Y LAURA BANCHEZ

### 1 SÍNTOMAS

COVID-19: FIEBRE, TOS SECA, DIARREA, DOLOR MUSCULAR, PRESIÓN PRECIDA

### 2 AISLAMIENTO DEL RNA

- Extracción
- Homogeneización
- Purificación
- Precipitación
- Lavado
- Rehidratación

### 3 IDENTIFICACIÓN DEL PATÓGENO

Primeros PCR:  
Forward 5'-ATGAGTTTATCGTTTAC-3'  
Reverse 5'-ACTGAAATTCGTAAGA-3'

- Southern blot
- BLAST

### 4 SECUENCIACIÓN DEL GENOMA

Genoma de SARS-CoV-2 = 30.000 pb  
Secuenciación masiva por 454 Roche

### 5 ELABORAR GENOTECA

- Vector: pMAL-c2X
- Huésped: EcoRI/BL21
- Selección: medio con 1 Amp R/ XGAL-IPTG
- Screening: hibridación con sonda

### 6 INMUNIZACIÓN

Antígeno-proteína "spike"

- Vacunas de vector viral (Patzarmeca) (1)
- Vacunas de ARN (Pfizer) (2)

## VARIOLA VIRUS

Aitor Corrochano, Hugo Jiménez, Mario Perera, Marcelo Rodríguez

### 01 DESCRIPCIÓN DEL PATÓGENO

- Agente causal de la viruela
- Familia Poxviridae
- DNA bicatenario

### SÍNTOMAS Y VACUNA

- Fiebre, vómitos, llagas bucales, erupciones cutáneas
- Edward Jenner en 1796
- Niño con viruela bovina
- La primera forma de vacunación

### 02 EXTRACCIÓN MATERIAL GENÉTICO

- Recolección de muestras
- Homogeneización
- Extracción de DNA
- Purificación de DNA
- Precipitación
- Verificación de la calidad y cantidad

### 03 IDENTIFICACIÓN DEL PATÓGENO

Los primers serían:  
Forward: 5'-ATGAGTTTATCGTTTAC-3'  
Reverse: 5'-TTATAAAAATTTGGC-3'

Los oligos específicos serían:  
Forward: 5'-ATGAGTTTATCGTTTAC-3'  
Reverse: 3'-AAATATTTTAAATACCG-5'

### 04 GENOTECA PARA EL ESTUDIO DEL VIRUS

Hostcell	E coli DH5 alpha
Vector	Plásmido pGEX
Selección	Cultivo con ampicilina
Screening	Hibridación de secuencias con sondas

### 05 SECUENCIACIÓN DEL GENOMA

Método: NGS

- Amplificación del DNA
- Preparación de la biblioteca de DNA
- Secuenciación por síntesis
- Separación y detección de los fragmentos
- Análisis computacional

**Anexo 5.** Ejemplos de evaluación por pares en FIGG.

RUBRICA INFOGRAFIAS realizado por el Equipo 11	EQUIPO A VALORAR= [REDACTED]	EQUIPO A VALORAR= [REDACTED]
VALORA DEL 1 AL 10	10	9
Creatividad	10	10
Utilización del lenguaje científico	10	10
los métodos no son generales sino aplicados al patógeno	10	10
Se ajusta al tiempo dado	10	8
Claridad en la exposición	10	10
Estética de la infografía	10	8
Valores positivos a destacar	Esta muy enfocada al patógeno, el hecho de poner no solo la vacuna, sino el tratamiento específico con los antibióticos, específicos es destacable.	Han explicado muy bien los métodos enfocados al RNA, enfocándolo a su patógeno.
Aspectos que se deberían mejorar	Se podría haber dado algo más de contexto histórico de la enfermedad ya que, en nuestra opinión, es importante.	Han explicado poco los síntomas y la presentación era poco colorida y parecía más bien texto que infografía por la falta de imágenes y elementos gráficos.
NOTA (media)	10	9,3

RUBRICA INFOGRAFIAS realizado por el Equipo	EQUIPO A VALORAR=	EQUIPO A VALORAR=
VALORA DEL 1 AL 10		
Creatividad	8	8
Utilización del lenguaje científico	7,5	8,5
los métodos no son generales sino aplicados al patógeno	8	7,5
Se ajusta al tiempo dado	7	9
Claridad en la exposición	8,5	9,5
Estética de la infografía	9	8,5
Valores positivos a destacar	Buena estética de la infografía, claridad.	Nítida de la exposición fácil de seguir.
Aspectos que se deberían mejorar	Han tardado más tiempo del estipulado.	No han llegado a los 5 minutos de exposición. Métodos generales en algunos apartados.
NOTA (media)	8	8,5

## **Anexo 6.** Ejemplos de opiniones del alumnado de FIGG.

### **A) "Realizar la infografía ha sido útil para entender la finalidad de lo aprendido en FIGG"**

-Sí, me ha ayudado a comprender todas las actividades desde un punto de vista más práctico.

-Sí, muy útil para entender como hilo conductor la asignatura.

-Sí, ya que se han mostrado todos los contenidos que hemos dado en clase. Y así hemos podido repasar.

-Ha sido una buena forma para finalizar las actividades de PANDEMIC, como un resumen de lo visto.

-Sí, ha sido útil para tener una visión global.

-Sí, de forma global con todo el proceso, de principio a fin de forma esquemática y resumida.

-Sí, ayuda a integrar nuevamente todos los contenidos y entender la finalidad de cada uno de los pasos.

-Realizar la infografía nos ha servido para poner en conjunto todas las acciones de cada tema y entender mucho mejor todo el proceso, así como entender la relación de cada una de las acciones y poner en perspectiva lo aprendido en teoría cada semana.

-Ha sido útil ya que me ha ayudado a afianzar los conocimientos previos y además, aprender cosas nuevas.

-Yo creo que sí, ya que hemos tenido que realizar un resumen de todo lo que hemos estado realizando a lo largo de la asignatura. Además, considero que el tener un tiempo de exposición de 5 minutos nos ha ayudado a comprender los puntos clave de cada una de las tareas para compactar al máximo la información.

- Ayuda a integrar los conocimientos de la asignatura.

### **B) "La rúbrica de evaluación es clara y concreta".**

-Creo podría ser un poco más clara, ya que la mayoría de respuestas serían de sí o no.

-Sí, creo que trata los puntos más importantes que debe tener una presentación.

-Sí, marca los puntos esenciales.

-Sí, creo que todos los alumnos de la clase nos hemos esforzado al máximo a pesar de que estamos muy ocupados actualmente con otros encargos de clase y exámenes.

-Sí, pero hay algunos puntos que podrían plantearse de otra forma, como por ejemplo, el de la originalidad. Con el tiempo que tenemos para la exposición, no podemos hacer una presentación del todo original.

-El apartado de "creatividad" es difícil de evaluar.

### **C) "Autoevaluarme (y/o evaluar a mis pares) me ha servido para comprender mejor la infografía".**

-Sí, y te ayudaba a estar pendiente de la presentación.

- Si, ya que así sabemos el trabajo que ha hecho cada uno.
- No. En lo personal, no he visto de gran utilidad el puntuar a mis compañeros, ya que siento que cada una de nosotras a aportado algo al grupo.
- La rúbrica ha ayudado a ver qué es lo que hay que tener en cuenta para una buena infografía, las evaluaciones no las veo tan necesarias.
- No me he autoevaluado.
- Sobre todo para entender qué aspectos son más importantes
- Permite detectar los fallos con mayor facilidad
- No demasiado.
- Poder evaluar a tus pares nos ha servido para entender y tener un enfoque distinto al nuestro sobre el mismo tema (en el caso del grupo BN.N que tenían el mismo virus que nosotros) así como entender y poder evaluar la infografía de otro virus diferente (grupo BN.N).
- Sí porque trabajar en grupo siempre ayuda, debido a que si una parte no la entiende cualquier integrante del grupo, seguro que otro si la entiende y nos la puede explicar.

**D) "Si tus expectativas no se han cumplido con PANDEMIC, ¿Que has echado en falta?"**

- No he echado nada en falta
- Se han cumplido mis expectativas
- Pandemic es una actividad bastante entretenida, que motiva bastante ya que va por puntos. Aunque me hubiera gustado de la distribución hubiera sido diferente, porque muchas veces se solapaba con los seminarios y no daba tiempo a realizar ambos.
- Al ser intercalado con seminarios individuales es fácil perder el hilo.
- Había algunas preguntas individuales de la plataforma que no eran muy claras.
- Que esten las soluciones en el CV, porque aunque se nos mandaras las correcciones, no sabiamos luego exactamente qué era lo correcto.
- Se han cumplido, ha sido un trabajo sencillo pero demandante, y precisamente eso me parece mal, ha sido más demandante de lo que pensábamos desde un principio en una asignatura cuyos contenidos no son fáciles de digerir de primeras.
- Habría estado bien algo más de complejidad y un factor de estrategia en la parte de control de la pandemia en la pagina de recursos de bioquímica.
- Mis expectativas con PANDEMIC han sido superadas, por lo que no he echado nada en falta acerca del programa.
- Si se han cumplido. Lo único que puedo decir es que las actividades del pandemic junto con los seminarios llegan un punto que tenemos que hacer muchos y puede llegar a resultar estresante.