



UNIVERSIDAD DE SALAMANCA.  
PROGRAMA DE MEJORA DE LA CALIDAD – PLAN ESTRATEGICO GENERAL 2013-2018  
Planes de formación e innovación

## MEMORIA FINAL

PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE:

**CONSTRUCCIÓN COOPERATIVA DEL CONOCIMIENTO APLICADA A LA ASIGNATURA BIOLOGÍA MOLECULAR DEL GRADO EN QUÍMICA.**

Referencia del proyecto: **ID2017/125**

COORDINADORA DEL PROYECTO:

Juana Gutiérrez de Diego ([dediego@usal.es](mailto:dediego@usal.es))

OTROS MIEMBROS DEL EQUIPO:

Francisco D. Rodríguez García ([lario@usal.es](mailto:lario@usal.es))

## INTRODUCCIÓN

Los modelos de aprendizaje cooperativo, a diferencia de los entornos de aprendizaje competitivo e individual, proponen el trabajo en equipo para la mejora del aprendizaje, tanto para alcanzar objetivos específicos y conocimientos, como para adquirir y desarrollar competencias de cooperación (responsabilidad, interrelación, trabajo con pares o crítica constructiva) (Ovejero, A., 1990).

En contextos de aprendizaje cooperativo no se trata solamente de agrupar a los estudiantes para que realicen una tarea dada, sino que, además, se requiere que el profesor trabaje en la organización de todo el proceso, defina los objetivos y actúe como elemento catalizador. Son esenciales los siguientes elementos que se resumen a continuación (Johnson et al., 2006; Panitz, T. et al., 1998):

**Interdependencia positiva.** El esfuerzo individual y la comunicación facilitan el aprendizaje del resto de los componentes del grupo.

**Responsabilidad individual y reparto equitativo de tareas.** La tarea individual es exigible a cada miembro del equipo, que aporta y no parasita el grupo.

**Interacción efectiva.** Los estudiantes son también promotores del aprendizaje. Para ello deben encontrar escenarios de discusión para resolver problemas y dificultades o tomar decisiones que mejoren el rendimiento.

**Relación interpersonal de los componentes del grupo.** En el trabajo en equipo se definen tareas y procedimientos de trabajo. Por ello es relevante la organización y el desarrollo de un ámbito de confianza y manejo de los conflictos.

**Análisis y revisión de la tarea y de la dinámica del grupo.** Debemos proporcionar a los estudiantes herramientas y tiempo para el análisis del trabajo, así como de la dinámica y del funcionamiento del grupo

En el proyecto que proponemos, el aprendizaje y la cooperación se complementan y alimentan mutuamente. Las responsabilidades individuales se someten al control y ayuda efectiva por parte del grupo y los profesores en un contexto de comunicación fluida y recursos preestablecidos que permiten ajustes (García R. y cols., 2001; Prieto, L, 2007).

## OBJETIVO GENERAL:

Aplicar metodologías que ayuden a los estudiantes a establecer procedimientos eficientes de trabajo en su aprendizaje y motiven su interés por la Bioquímica y la Biología Molecular. Pretendemos así estimular la consolidación de rutinas eficaces de aprendizaje en el contexto de formas y estilos de organización competentes.

## OBJETIVOS BASADOS EN COMPETENCIAS.

En nuestra programación docente a lo largo de los últimos años hemos puesto en marcha actividades de carácter colaborativo que, a nuestro entender, son importantes para la adquisición de competencias específicas, contempladas en el marco de aprendizaje de la Bioquímica y la Biología Molecular en los Grados en Química e Ingeniería Química. En la propuesta de este proyecto ampliamos el desarrollo y mejora de actividades dirigidas a la adquisición de estas competencias en un marco general de aprendizaje colaborativo. Se detallan a continuación:

- A. Estimular el pensamiento lógico y crítico de los alumnos
- B. Incentivar la planificación del tiempo y organización del trabajo
- C. Enfatizar el carácter cuantitativo de la Bioquímica
- D. Relacionar la Bioquímica y la Biología Molecular con otras ciencias experimentales
- F. Reforzar las capacidades de organización y colaboración

## PLAN DE TRABAJO

De acuerdo con los principios generales del aprendizaje cooperativo propusimos el desarrollo de un modelo cooperativo para la asignatura optativa de tres créditos ECTS, denominada Biología Molecular, código 104034, que los profesores firmantes impartimos en 4º curso del Grado en Química. El número de alumnos matriculados fue de 26. Hemos diseñado un formato de aprendizaje que tiene en cuenta tanto el número de alumnos matriculados, como los contenidos del programa. El grupo de alumnos se constituye en un único equipo grande y en

varios equipos de dos miembros. Los alumnos trabajaron de forma individual y cooperativa, de modo que el esfuerzo individual redundara en el beneficio de todos los componentes del grupo.

La asignatura, tal y como figura en la guía académica con 3 créditos ECTS, consta de créditos prácticos de laboratorio (9 horas presenciales), créditos teóricos, tutorías individualizadas y examen final (21 horas presenciales).

#### Contenidos teóricos de la asignatura (Bloques):

1. Los genomas y su estudio.
2. Membranas y complejos supramoleculares.
3. Proteínas: arquitectura funcional, estudio y especialización.
4. Aplicaciones biotecnológicas.

#### Contenidos prácticos:

**1.Extracción y cuantificación** de proteínas de reserva procedentes de semillas de distintas especies de plantas, separación de las mismas mediante electroforesis en gel de poliacrilamida (SDS-PAGE), obtención de imágenes y análisis de los resultados.

**2.Estudio de un supuesto práctico** en un laboratorio virtual.

#### Elementos del diseño

##### Programa.

A partir los contenidos de la asignatura, hemos establecido un programa de temas monográficos cuya preparación y desarrollo fueron responsabilidad de los alumnos trabajando en parejas formadas con un criterio de libre asociación, generalmente basado en la afinidad de los componentes. Aunque los temas eran diferentes establecimos unas reglas y directrices de uniformidad, de modo que cada uno tenga una demanda de carga de trabajo similar. Los temas, agrupados en cuatro bloques, se presentan en el anexo I.

##### Asignación de temas

A cada pareja de alumnos se les asignó un tema del programa de forma aleatoria. Acompañando la asignación, los profesores proporcionaron una ficha-guion del tema que incluía los conceptos fundamentales a tratar, así como referencias bibliográficas básicas (Ver ejemplos en el anexo II).

Cada pareja redactó un ensayo sobre su tema, con una extensión entre 1200-1500 palabras que fue publicado en la plataforma *Stodium*, tras su revisión por los profesores.

Por otro lado, cada pareja preparó una presentación oral (15 min), sirviéndose del apoyo gráfico con el programa *Power point* (10-15 diapositivas). Los esquemas y figuras de la presentación, una vez revisados, acompañaron al ensayo en la plataforma *Stodium*.

Además, cada pareja incluyó en un glosario general abierto en *Stodium*, la definición y explicación de tres términos relevantes relacionados con su tema. Este glosario fue supervisado y editado por los profesores (Ver ejemplos en el anexo III).

Durante todo el curso, los alumnos dispusieron del acceso a un foro abierto de dudas en *Stodium* (Ver ejemplo en el anexo IV).

## Tutorías

Antes y después de la presentación de los temas los profesores estuvieron disponibles, de forma programada para atender a los alumnos. Los alumnos fueron citados en un horario establecido con el fin de revisar el tema asignado (semana 3), antes de su presentación en clase, y para resolver dudas antes del examen escrito de la convocatoria oficial (semana 15). Por otra parte, los profesores estuvieron disponibles, por medio del correo electrónico y, mediante cita previa, de forma presencial, para atender aclaraciones y dudas que los alumnos plantearon durante el desarrollo del curso. Además, los profesores consideraron necesario establecer una segunda tutoría presencial antes de la entrega de la memoria y la presentación *Power point*, que se programó en la semana 7.

## Calendario

La Junta de Facultad de Químicas ha establecido un horario presencial para esta asignatura de dos horas a la semana (jueves de 9 a 11 horas).

A continuación, presentamos en la tabla 1 la organización de actividades semanales

Tabla 1. Calendario de actividades de la asignatura Biología Molecular

Calendario	Biología Molecular, curso 2017-18
semana 1	Presentación de la asignatura y de la metodología
	Taller <i>Power point</i> , base de datos PubMed y gestor bibliográfico <i>RefWorks</i>
semana 2	Guía (tutores): Bloques I y II, Bloques III y IV
Semana 3	Tutoría programada
semana 4	Laboratorio 1. Extracción de proteínas.
semana 5	Laboratorio 2. Cuantificación de proteínas
semana 6	Laboratorio 3. Preparación de geles y muestras. Electroforesis
semana 7	Tutoría programada
semana 8	Laboratorio 4. Resultados y supuesto de laboratorio virtual.
semana 9	Presentación y discusión de los temas 1, 2 y 3
semana 10	Presentación y discusión de los temas 4, 5 y 6
semana 11	Presentación y discusión de los temas 7, 8 y 9
Semana 12	Presentación y discusión de los temas 10, 11 y 12
semana 13	Presentación y discusión del temas13
semana 14	Discusión General
semana 15	Tutoría

## Plataforma *Stodium*

La plataforma *Stodium* fue el lugar de encuentro virtual de alumnos y profesores. Los alumnos dispusieron desde el comienzo del curso de toda la información correspondiente a la organización del curso, metodología, evaluación, calendario, etc. Además, con su aportación individual, elaboraron un glosario de términos esenciales correspondientes a los temas del programa y tuvieron la oportunidad de utilizar un foro abierto para la resolución de dudas.

Una vez elaborados y revisados los ensayos y las figuras y esquemas correspondientes a cada tema, los profesores incluyeron todo el material en la plataforma. Ese material sirvió de referencia de estudio para la prueba escrita (test de opción múltiple) del examen final.

## RESULTADOS

### Evaluación

La evaluación de la asignatura se basó en los siguientes elementos (entre paréntesis se indica el porcentaje de la calificación final): **1.** elaboración y presentación del tema (40%), **2.** informe de las prácticas de laboratorio (10%) y **3.** realización de un examen escrito tipo test sobre todos los temas presentados en el aula por parte de los alumnos (50 %).

Los profesores elaboraron una rúbrica para la evaluación de los elementos **1** (presentación, memoria escrita, discusión con el resto de los compañeros y profesores, participación en el aula) y **2** (presentación e interpretación de los resultados, elaboración de gráficos y tablas).

**En la primera convocatoria** se presentaron al examen escrito 24 alumnos de los 26 matriculados. A continuación, se muestran los resultados de la primera convocatoria

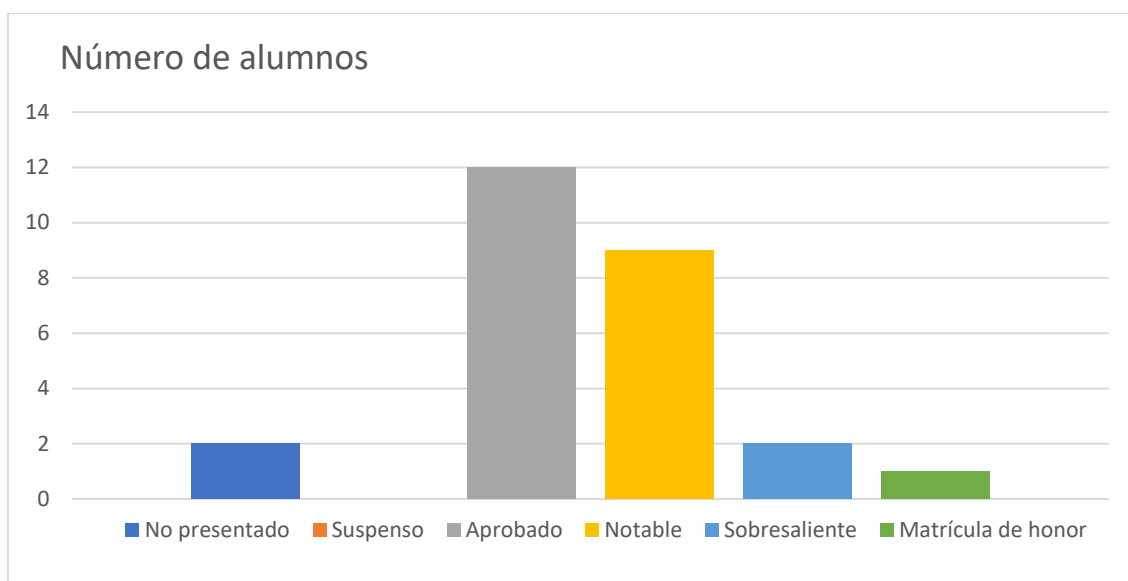


Figura 1. Calificaciones finales (reflejadas en las actas oficiales) en primera convocatoria

**En la segunda convocatoria** no se presentaron al examen final los 2 alumnos pendientes.

### Encuesta de satisfacción de los alumnos

Los profesores elaboraron una encuesta de satisfacción en la plataforma *Stodium* que respondieron 14 alumnos (54% de los matriculados) y cuyos aspectos más relevantes aportamos a continuación:

1. Valoración general de la organización de la asignatura: de 1 (muy negativo) a 5 (muy positivo) **4,5**
2. Valoración general de las prácticas de laboratorio: de 1 (muy negativo) a 5 (muy positivo): **3,6**
3. Valoración de 1 (muy poco) a 5 (mucho) de lo que consideras que la metodología empleada ha contribuido en el desarrollo de las siguientes habilidades



Figura 2. Valoración de los beneficios de la metodología empleada

#### 4. Puntos fuertes de la asignatura (se recogen algunas respuestas de los alumnos)

Trabajo en equipo y presentación oral, un método más ameno para acercarse al conocimiento

Organización

Aprendizaje autónomo, motivación de trabajo, buena distribución y buen método de evaluación

La presentación de los temas es un punto fuerte. Provoca que tanto el expone como el que escucha preste atención y a la hora de estudiar resulte un poco más sencillo recordar.

Es una asignatura donde se aprende, pero de una forma muy amena y entretenida

#### 5. Puntos débiles de la asignatura (se recogen algunas respuestas)

Demasiado poco tiempo

Metodología nueva, con la que no todos están familiarizados.

Esta estructuración hace que no tengas un seguimiento tan constante de la materia

Menor conocimiento de los temas no expuestos

Quizás se podrían dar más referencias para buscar acerca de los temas.

Las prácticas de laboratorio.

Tener tan pocas horas para la asignatura.

Quizás un punto débil sea las pocas horas que tiene la asignatura debido a que solo son 3 Créditos

## 6. ¿Qué destacarías principalmente de esta asignatura?

Respuesta	Media	Total
He aprendido a desarrollar mi capacidad de comunicación y discusión en un foro público	43%	6
He aprendido a buscar, analizar y sintetizar información relevante sobre un tema específico	50%	7
He aprendido a formular preguntas, a escuchar y a establecer argumentos sobre diferentes temas	7%	1
Total	100%	14/14

### Consideraciones de los profesores

La metodología empleada en esta asignatura proporciona a los alumnos un entorno de aprendizaje que aunque les resulta un tanto desconcertante, poco a poco les hace descubrir que el aprendizaje no se da ni se recibe, se construye de forma activa. El esfuerzo personal toma protagonismo por cuanto exige la búsqueda activa de información relevante y el desarrollo de estrategias de análisis y síntesis encaminadas a la preparación de un tema del programa y a su presentación y defensa. La colaboración entre los dos alumnos que presentaron el tema es crucial. Es verdad que los grupos se formaron por afinidad y de forma no forzada; sin embargo, surgieron algunos conflictos no muy relevantes que los profesores arbitramos respetando la autonomía de los individuos y empleando el diálogo como herramienta de resolución en el contexto del tema que los dos integrantes del grupo debían preparar. Esto es también aprendizaje.

Sabemos que debemos pulir algunos aspectos de este método, relacionados fundamentalmente con la participación de los estudiantes en los foros de discusión de la plataforma y en la discusión de los temas durante y después de su presentación.

Seguiremos con este método aplicado a esta asignatura que ofrece la ventaja de una matrícula reducida y una destacable motivación por parte de todos.

## AGRADECIMIENTOS

Los profesores responsables agradecen a todos los alumnos matriculados en esta asignatura (ver listado en Anexo V) su dedicación, su trabajo y la aceptación de la propuesta metodológica aplicada a esta asignatura. Así mismo, agradecemos los medios y apoyo facilitados por las autoridades académicas, compañeros y personal de administración y servicios de la facultad de Ciencias Químicas.

## REFERENCIAS

García, r., Traver, j., y Candela, I. 2001. Aprendizaje cooperativo. Fundamentos, características y técnicas. Madrid: CCS.

Johnson, et al., 2006, Active Learning: Cooperation in the College Classroom. Interaction Book Company, Edina, MN.

Ovejero, A. 1990 El aprendizaje cooperativo. Una alternativa eficaz a la enseñanza tradicional. PPU Promociones y publicaciones universitarias, Barcelona.

Panitz, T., y Panitz, P., 1998. Encouraging the Use of Collaborative Learning in Higher Education. En J.J. Forest (ed.) Issues Facing International Education, NY, Garland Publishing.

Prieto, I., 2007. El aprendizaje cooperativo. PPC publicaciones. Madrid.



## **ANEXO I**

Programa de la asignatura Biología Molecular desarrollado durante el curso 2017-18

### **Bloque I. Los genomas y su estudio**

- Tema 1. Genómica: análisis amplio del genoma
- Tema 2. Elementos transponibles en el DNA
- Tema 3. Telómeros y telomerasa

### **Bloque II. Membranas y complejos supramoleculares**

- Tema 4. Membranas biológicas
- Tema 5. Transporte a través de las membranas
- Tema 6. ATP sintasa

### **Bloque III. Proteínas, estructura funcional, estudio y especialización**

- Tema 7. Purificación, detección y caracterización de las proteínas
- Tema 8. Plegamiento de proteínas: priones
- Tema 9. Proteínas intrínsecamente desordenadas (IDP)

### **Bloque IV. Aplicaciones biotecnológicas**

- Tema 10. Obtención de productos recombinantes 1: fermentación láctica
- Tema 11. Obtención de productos recombinantes 2: insulina
- Tema 12. Bioplásticos
- Tema 13. Biorremediación

## ANEXO II

Ejemplo de dos fichas guía proporcionadas a los alumnos



### Bloque I. LOS GENOMAS Y SU ESTUDIO

#### TEMA 3 Telómeros y telomerasa

Composición y estructura de los telómeros  
Problemas en la replicación del telómero  
Mecanismo de acción de la telomerasa  
Telomerasa, senescencia celular y cáncer  
Resumen

### Bloque III. COMPLEJOS SUPRAMOLECULARES



#### TEMA 9 ATP sintasa

Localización y organización estructural  
Gradiente de protones (espacio intermembranas/periplasma)  
Síntesis de ATP: catálisis rotacional  
Resumen

## ANEXO III. GLOSARIO

Algunos ejemplos de las entradas del Glosario en *Stodium*

**Acuaporinas**  
de JUAN CARLOS SANTANA RODRÍGUEZ - martes, 17 de abril de 2018, 15:33

Tipo de proteínas de transporte (canales) que transportan agua a través de las membranas celulares.



Palabra(s) clave:  ▼

**Amiloidosis**  
de MIRIAM HERNÁNDEZ VICENTE - martes, 24 de abril de 2018, 00:46



Ocurre cuando proteínas anormales llamadas amiloides se acumulan y forman depósitos. Estos depósitos pueden concentrarse en ciertos órganos como los riñones y el corazón. Esto puede causar que el órgano se vuelva rígido y no pueda funcionar como debería. Hay tres tipos de amiloidosis:

- **Primaria:** sin causa conocida
- **Secundaria:** causada por otra enfermedad, incluyendo ciertos tipos de cáncer
- **Hereditaria:** se transmite por los genes

**Prion**  
de MIRIAM HERNÁNDEZ VICENTE - sábado, 31 de marzo de 2018, 09:44

Son partículas proteicas infecciosas. Surgen de una alteración de la proteína celular (PrP), que ha perdido su función normal, pero ha adquirido capacidad de transformar la forma normal en patológica y son los responsables de las encefalopatías espongiformes transmisibles en una variedad de mamíferos. Esta compuesto solo por aminoácidos no presenta material genético.

**proteínas transportadoras de membrana**  
de ÁLVARO MIRANDA ROTT - martes, 17 de abril de 2018, 15:30

Son proteínas ubicadas en la membrana celular que conforman una red intrincada de canales, bombas y sistemas transmembranosos que transfieren iones y moléculas y determinan las composiciones moleculares y el estado energético de las células.

Palabra(s) clave:  ▼

**Ligasa**  
de ROCÍO BAUTISTA HERNÁNDEZ - viernes, 30 de marzo de 2018, 11:10

Es una enzima de tipo ligasa que forma enlaces covalentes entre el extremo 5' y el extremo 3' de una cadena polinucleotídica. También se denomina enzima de unión de polinucleótidos.

## ANEXO IV. FORO DE DISCUSIÓN

Ejemplo de una intervención en el Foro:

?

[Buscar en los foros](#)

aración tema 2. Retrotransposones

### abierto de dudas

ación tema 2. Retrotransposones

Suscrito

ar desde el más antiguo ▼ Mover este tema a... Mover Pin

---

**Aclaración tema 2. Retrotransposones**  
de GUILLERMO FROILÁN PÉREZ JIMÉNEZ - martes, 8 de mayo de 2018, 11:55

En la diapositiva 9 del Power Point, aunque se titule: "Transcripción no conservativa o copia y empalme", el esquema a) de la izquierda corresponde a una transposición conservativa, ya que ocurre a través de un transposón. La transcripción no conservativa corresponde al esquema b) de la derecha.

Saludos

[Permalink](#) | [Editar](#) | [Borrar](#) | [Responder](#)

---

**Re: Aclaración tema 2. Retrotransposones**  
de ROCÍO BAUTISTA HERNÁNDEZ - martes, 8 de mayo de 2018, 14:57

Hola Guillermo

En la diapositiva 9 del Power Point del Tema 2 , titulada "Trancripción no conservativa o de copia y empalme" dije que esa imagen mostraba los dos tipos de transcripción, la a) es la transcripción conservativa y la b) es la transcripción no conservativa, de manera que pudierais ver en todo momento ambas transcripciones mientras lo explicaba y después aclaré las principales diferencias entre ambas.

Espero haber aclarado tu duda.

Un saludo

Rocío

[Permalink](#) | [Mostrar mensaje anterior](#) | [Editar](#) | [Dividir](#) | [Borrar](#) | [Responder](#)

---


**Re: Aclaración tema 2. Retrotransposones**  
de GUILLERMO FROILÁN PÉREZ JIMÉNEZ - martes, 8 de mayo de 2018, 16:57

De acuerdo, gracias

[Permalink](#) | [Mostrar mensaje anterior](#) | [Editar](#) | [Dividir](#) | [Borrar](#) | [Responder](#)

## ANEXO V

Listado de alumnos (por orden alfabético) matriculados en la asignatura Biología Molecular, del Grado en Química, que han participado en este proyecto de innovación docente, en el curso 2017-18.



ALONSO BALTASAR, DANIEL  
ARROYO MARTÍN, PATRICIA  
BAUTISTA HERNÁNDEZ, ROCÍO  
BENOIT, NICOLAS JACQUES  
BLANCO RÍO, MARTA  
CALLE CANELADA, LUIS LA  
CRISTÓBAL BOLAÑOS, LUCÍA  
DÍEZ PÉREZ, SONIA  
GARCIA GARCIA, DANIEL  
GONZÁLEZ MORÁN, SARA  
GUERRERO SÁNCHEZ, KAREN ELISA  
HERNÁNDEZ VICENTE, MIRIAM  
HERNÁNDEZ VICENTE, RAQUEL  
HIDALGO LEÓN, RAQUEL  
HUERGA GONZÁLEZ, GISELDA  
MIRANDA ROTT, ÁLVARO  
MORALES TENORIO, MARCOS  
MORÁN GONZÁLEZ, LUCÍA  
PASSOS BARRERO, CAROLINA DE  
PAÑERO SÁNCHEZ, JAVIER  
PÉREZ JIMÉNEZ, GUILLERMO FROILÁN  
QUIÑONES PÉREZ, LAURA  
REVILLA HERNANDEZ, IGNACIO  
SANTANA RODRÍGUEZ, JUAN CARLOS  
TEJERINA MIRANDA, SANDRA  
VICENTE GONZÁLEZ, SARA