

**MEMORIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS**  
**PROYECTOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA PARA GRUPOS DOCENTES**

CURSO 2012/13

**DATOS IDENTIFICATIVOS:**

**1. Título del Proyecto:** *Casos Efectivos para el Aprendizaje de la Biología de Sistemas*

**2. Código del Proyecto:** 122089

**3. Resumen del Proyecto:**

La asignatura de Biología de Sistemas se imparte en el último año del Grado de Bioquímica, cuando los alumnos ya han adquirido unos niveles adecuados de informática (hay una asignatura de Informática Aplicada a la Bioquímica en 2º curso) y por supuesto, unos amplios conocimientos de Bioquímica, Biología Molecular y Celular. Aun así, presentar esta materia a los alumnos y hacerles comprender el interés que tiene la integración de los datos obtenidos mediante varias aproximaciones, para poder realizar nuevos descubrimientos más allá de los derivados del análisis de los grupos de datos individualmente, entendemos que puede ser muy complicado. El uso de metodologías docentes basadas en casos envuelve a los estudiantes en discusiones de situaciones específicas extraídas del mundo real. Este método se centra en el aprendizaje, no en la enseñanza, e implica una intensa interacción entre los participantes, ya que busca construir el conocimiento a partir del trabajo del grupo que conjuntamente examina el caso. El papel del profesor es el de facilitar el aprendizaje y orientar a los estudiantes que colaborativamente enfrentan los problemas, los analizan y, en muchos casos, se ven en la necesidad de resolver cuestiones que no tienen una única solución correcta. Este Proyecto ha permitido la elaboración de una **Colección de Casos Efectivos para el Aprendizaje de la Biología de Sistemas**, que se han estructurado profundamente de modo que el profesor, incluso sin conocimientos de esta metodología de aprendizaje, pueda ponerlos fácilmente en práctica. Al estar centrados en el estudiante, estos casos buscan provocar el interés del estudiante, y le proporcionan oportunidades para la reflexión y la auto-evaluación.

**4. Coordinador/es del Proyecto**

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente
María-Nieves ABRIL DÍAZ	Bioquímica y Biología Molecular	74

**5. Otros Participantes**

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Tipo de Personal
José Antonio Bárcena Ruiz	Bioquímica y Biología Molecular	74	PDI
M. José Prieto Álamo	Bioquímica y Biología Molecular	74	PDI
Juan Jurado Carpio	Bioquímica y Biología Molecular	74	PDI
Carmen Michán Doña	Bioquímica y Biología Molecular	74	PDI
José Alhama Carmona	Bioquímica y Biología Molecular	74	PDI
Manuel J. Rodríguez Ortega	Bioquímica y Biología Molecular	74	PDI
Enriqueta Moyano Cañete	Bioquímica y Biología Molecular	74	PDI
M. Dolores Roldán Ruiz	Bioquímica y Biología Molecular	74	PDI
Víctor M. Luque Almagro	Bioquímica y Biología Molecular	74	PDI
Lara Paloma Sáez Melero	Bioquímica y Biología Molecular	74	Contratada
Isabel Manso Cobos	Bioquímica y Biología Molecular	74	Contratada

**6. Asignaturas implicadas**

Nombre de la asignatura	Titulación/es
<b>Todas las relacionadas con las Ciencias de la Salud y de la Vida</b>	

## Especificaciones

Utilice estas páginas para la redacción de la memoria de la acción desarrollada. La memoria debe contener un mínimo de cinco y un máximo de **DIEZ** páginas, incluidas tablas y figuras, en el formato indicado (tipo y tamaño de letra: Times New Roman, 12; interlineado: sencillo) e incorporar todos los apartados señalados (excepcionalmente podrá excluirse alguno). En el caso de que durante el desarrollo de la acción se hubieran generado documentos o material gráfico dignos de reseñar (CD, páginas web, revistas, vídeos, etc.) se incluirá como anexo una copia de éstos.

## Apartados

### **1. Introducción (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas, etc.).**

La Biología de Sistemas intenta explicar las propiedades que adquiere un sistema biológico por interacción de sus elementos. En otras palabras, pretende describir todos los elementos que componen el sistema, definir las redes biológicas que interrelacionan esos elementos del sistema y caracterizar el flujo de información que determina la puesta en marcha de un proceso biológico. La meta de la moderna Biología de Sistemas es comprender la fisiología, tanto en condiciones fisiológicas normales como en situaciones alteradas (por ejemplo durante los procesos patológicos), a partir del nivel de rutas metabólicas, redes regulatorias, células, tejidos, órganos y, en última instancia, el organismo completo. Para ello, la Biología de Sistemas estudia los sistemas biológicos perturbándolos sistemáticamente (biológica, genética o químicamente), monitorizando las respuestas a nivel de genes, proteínas y/o rutas de señalización e integrando esos datos para, en último lugar, formular un modelo matemático que describa la estructura de ese sistema y su respuesta a las perturbaciones individuales. Este nuevo campo requiere la fusión de conceptos de muchas disciplinas, incluyendo la biología, la informática, la matemática aplicada, la física y la ingeniería, para integrar los lotes de datos complementarios que aportan por separado cada una de estas aproximaciones.

En el campo de la Biología Molecular, las nuevas metodologías ómicas permiten el estudio global de los genes (genómica), los transcritos (transcriptómica), las proteínas (proteómica), los metabolitos (metabolómica), etc. Estas aproximaciones aportan una ingente cantidad de datos que contribuyen enormemente al conocimiento del sistema biológico, ayudadas por las correspondientes herramientas bioinformáticas. La asignatura de Biología de Sistemas se ha incluido en el plan de estudios del Grado de Bioquímica para enseñar al alumno cómo adquirir una visión integradora de los datos obtenidos mediante las diversas tecnologías ómicas para lograr comprender el funcionamiento global del sistema (organismo, tejido, célula, etc.) estudiado. La asignatura se imparte en el último año del Grado, cuando los alumnos ya han adquirido unos niveles adecuados de informática (hay una asignatura de Informática Aplicada a la Bioquímica en 2º curso) y por supuesto, unos amplios conocimientos de Bioquímica, Biología Molecular y Celular, conseguidos a lo largo de los tres cursos anteriores. Aun así, somos conscientes de la dificultad de presentar esta materia a los alumnos y hacerles comprender el interés que tiene la integración de los datos obtenidos mediante varias aproximaciones para poder realizar nuevos descubrimientos, más allá de los derivados del análisis de los grupos de datos individualmente, ya que aunque los alumnos hayan oído hablar de estas técnicas en las diversas asignaturas previas de grado, carecen de una visión de conjunto de todas ellas.

### ***Justificación de la metodología de enseñanza elegida para enseñar Biología de Sistemas:***

El uso de metodologías docentes basadas en casos envuelve a los estudiantes en discusiones de situaciones específicas extraídas del mundo real. Este método se centra en el aprendizaje, no en la enseñanza, e implica una intensa interacción entre los participantes, ya que busca construir el conocimiento a partir del trabajo del grupo que conjuntamente examina el caso. El papel del profesor es el de facilitar el aprendizaje y orientar a los estudiantes que colaborativamente enfrentan los problemas, los analizan y en muchos casos, se ven en la necesidad de resolver cuestiones que no tienen una única solución correcta.

Este método de aprendizaje requiere un esfuerzo más intenso y continuado, tanto por parte de los estudiantes como

de los profesores, que muchos de los métodos tradicionales de enseñanza. Y si bien la demanda de tiempo, energía y compromiso personal es grande, los beneficios del método son también importantes. El poder de esta metodología de aprendizaje por casos reside en la participación activa de los alumnos, que encuentran la oportunidad de ver la teoría en la práctica, abordando ejemplos del mundo real, que se ven expuestos a puntos de vista diversos y que los pueden llevar a soluciones diferentes e igualmente válidas. Dado que muchas misiones son abiertas, los estudiantes también pueden practicar la elección de las técnicas apropiadas de análisis, y eso llevará al estudiante a estar más comprometido, interesado e involucrado en la clase. En su esfuerzo por encontrar soluciones y tomar decisiones mediante la discusión, los estudiantes ordenan datos objetivos, aplican herramientas de análisis, articulan cuestiones, reflexionan sobre sus experiencias, y extraen conclusiones que se pueden relacionar a las nuevas situaciones. En el proceso, adquieren conocimientos sustantivos y desarrollan habilidades de análisis, colaboración y comunicación. Al tiempo que desarrollan sus habilidades, el hecho de estar continuamente expuestos a los ambiguos y complejos problemas presentados en la clase potencia considerablemente la autoconfianza del estudiante. La enseñanza por casos desarrolla en el alumno la tolerancia por la ambigüedad y la diversidad y potencia la habilidad de tomar decisiones y acciones efectivas, a pesar de la información incompleta, problemas poco claros y consecuencias inciertas: el profesor le anima a enfrentar estos riesgos y los alumnos aprenden con ello a superar las dificultades con las que se pueden encontrar en el futuro. Los buenos proyectos se desarrollan en torno a conceptos curriculares básicos, tienen objetivos claros que van acorde con los programas oficiales y se enfocan en qué es lo que los estudiantes deben saber como resultado de sus aprendizajes. Con un enfoque en los objetivos, el profesor define demostraciones de aprendizaje apropiadas en un plan de evaluación y organiza las actividades de enseñanza y aprendizaje. Los proyectos culminan con los trabajos de los estudiantes (presentaciones, memorias, informes, etc.) que demuestren la comprensión del contenido de los programas oficiales de estudio y los objetivos del aprendizaje.

### ***Nuestros antecedentes:***

En la solicitud de Proyecto de Innovación Docente presentada de la convocatoria del pasado año 2010/11 presentamos un formato de impartición de la asignatura Biología de Sistemas basado en la metodología docente de aprendizaje por casos, una estrategia metodológica que, partiendo de necesidades e intereses de los estudiantes, brindan la oportunidad de construir un aprendizaje significativo e integrador, tomando como punto de partida la planificación y aplicación de actividades didácticas globalizantes. Durante el desarrollo del proyecto 2010/11 se elaboró el portafolio que se entregará al alumno conteniendo todo el material teórico y práctico que necesita como punto de partida para dominar esta materia. Del trabajo ya realizado hemos aprendido que el diseño de proyectos de aprendizaje es una actividad que requiere de una planificación y reflexión profunda, para adecuar las competencias que se desean lograr en el estudiante, con los recursos y el material incluido en el portafolio de orientación al aprendizaje. Sin embargo, el número de casos elaborados en el Proyecto 2010/11, aunque suficiente para un curso académico, restringe la libertad de profesores y alumnos de elegir casos que se adapten a sus gustos y preferencias, potenciando la capacidad docente de la metodología.

## **2. Objetivos (concretar qué se pretendió con la experiencia).**

El objetivo general de este proyecto es la elaboración de una colección de casos para el aprendizaje de la Biología de Sistemas. Los casos seleccionados deben reunir las siguientes características:

- Estar centrados en el estudiante y dirigidos por el estudiante, para provocar su interés.
- Estar claramente definidos, con un inicio, un desarrollo y un final, para que no consuman un tiempo excesivo.
- Tener contenidos significativos para los estudiantes.
- Abordar problemas del mundo real, directamente observables en el entorno.
- Establecer conexiones entre lo académico, la vida y las competencias laborales.
- Proporcionar oportunidades para la reflexión y la auto-evaluación por parte del estudiante, para potenciar estas competencias transversales.
- Evaluar el trabajo real y total del estudiante (portafolios, diarios, etc.) para dar un *feedback* que estimule al estudiante.

### 3. Descripción de la experiencia (exponer con suficiente detalle qué se ha realizado en la experiencia).

El poder de esta metodología de aprendizaje por casos reside en la participación activa de los alumnos, que encuentran la oportunidad de ver la teoría en la práctica, abordando ejemplos del mundo real, que se ven expuestos a puntos de vista diversos y que los pueden llevar a soluciones diferentes e igualmente válidas. Dado que muchas misiones son abiertas, los estudiantes también pueden practicar la elección de las técnicas apropiadas de análisis, y eso llevará al estudiante a estar más comprometido, interesado e involucrado en la clase. En su esfuerzo por encontrar soluciones y tomar decisiones mediante la discusión, los estudiantes ordenan datos objetivos, aplican herramientas de análisis, articulan cuestiones, reflexionan sobre sus experiencias, y extraen conclusiones que se pueden relacionar a las nuevas situaciones. En el proceso, adquieren conocimientos sustantivos y desarrollan habilidades de análisis, colaboración y comunicación. Al tiempo que desarrollan sus habilidades, el hecho de estar continuamente.

En esta experiencia hemos elaborado una colección de casos orientados a proporcionar al profesor una guía de modo que el éste, incluso sin conocimientos de esta metodología de aprendizaje, pueda ponerlos fácilmente en práctica. Al estar centrados en el estudiante, estos casos buscan provocar el interés del estudiante, y le proporcionan oportunidades para la reflexión y la auto-evaluación.

1. **Elección de los casos:** Se han seleccionado cinco casos sobre materias que los alumnos han estudiado en curso anteriores y que les sirvan para incrementar los conocimientos adquiridos. Se elaborarán borradores de “la historia” que presenta el caso. Los borradores se discutirán hasta lograr un texto donde se plantee adecuadamente el caso. Se debe hacer un **planteamiento** que explique los elementos esenciales del proyecto y las expectativas respecto a éste, y que debe contener los siguientes elementos:

- *Situación o problema:* Una o dos frases con las que se describa el tema o problema que el proyecto busca atender o resolver.
- *Descripción y propósito del proyecto:* Una explicación concisa del objetivo último del proyecto y de qué manera atiende este la situación o el problema.
- *Especificaciones de desempeño:* Lista de criterios o estándares de calidad que el proyecto debe cumplir.
- *Reglas:* Guías o instrucciones para desarrollar el proyecto. Incluyen planificación temporal y metas a corto plazo.
- *Listado de los participantes en el proyecto y de sus roles.*
- *Evaluación:* Cómo se va a valorar el desempeño de los estudiantes. En el aprendizaje por casos, se evalúan tanto el proceso de aprendizaje como el producto final.

El planteamiento es crucial para el éxito del proyecto por lo que es deseable que docentes y estudiantes lo desarrollen conjuntamente. Mientras más involucrados estén los estudiantes en el proceso, más van a retener y a asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje.

### 2. Estructuración de cada caso

- a) Identificación en “la historia” de los términos o contenidos que estimularán las cuestiones, el aprendizaje, etc., determinando la importancia del contenido de cada párrafo.
- b) División de la historia en partes para que los estudiantes trabajen en fragmentos asequibles
- c) Elaboración de un listado de recursos que ayuden al estudiante, pero que no satisfagan todas sus necesidades con el fin de potenciar su capacidad de búsqueda de soluciones.
- d) **Objetivos de aprendizaje y metas:**

Se identificarán las habilidades o **conceptos** específicos que el estudiante va a aprender y se formularán **objetivos académicos** claros que coincidan con los establecidos para la Asignatura. Los objetivos de aprendizaje deben responder a las siguientes preguntas:

- *¿Qué habilidades cognitivas importantes deben desarrollar los estudiantes?*

- *¿Qué habilidades afectivas y sociales deben desarrollar los estudiantes?* (Ej.: desarrollar habilidades para trabajar en grupo o en equipo).
- *¿Qué habilidades meta-cognitivas deben desarrollar los estudiantes?* (Ej.: reflexionar sobre el proceso de investigación que realizaron, evaluar su efectividad y determinar métodos para mejorarlo).
- *¿Qué tipo de problemas deben ser capaces de resolver los estudiantes?*(Ej.: saber indagar, aplicar el método científico, etc.).

#### **4. Materiales y métodos (describir el material utilizado y la metodología seguida).**

Cada profesor se ha basado fundamentalmente en su experiencia y el conocimiento de su área de investigación (Genómica, Proteómica, Bioinformática) para elaborar los temas, las prácticas y, especialmente, los casos elegidos para su estudio, teniendo siempre en mente las características de la asignatura, definidas en el VERIFICA del Grado de Bioquímica. Para el ajuste de los contenidos a la metodología del aprendizaje cooperativo por casos, nos hemos basado en la bibliografía y en la experiencia de los miembros del Grupo Docente (cerca del 60%) que poseen el Título de Experto para la Formación del Profesorado Universitario de nuestra Universidad. En múltiples reuniones se han ido puliendo los contenidos y los materiales hasta llegar a la elaboración del documento adjunto, donde se recogen los materiales con los que trabajará el profesor que enseña Biología de Sistemas y cualquier otra asignatura del campo de Ciencias de la Vida.

#### **5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquéllos no logrados, incluyendo el material elaborado y su grado de disponibilidad).**

Como resultado, hemos elaborado una compilación de casos que el profesor puede utilizar como base para la enseñanza mediante procesos de aprendizaje activo de la asignatura. Estos casos, tratados del modo que se sugiere, son más que suficientes para cubrir los créditos de la asignatura y, en todo caso, “enseñan” al profesor a adaptar cualquier tema, con poco esfuerzo, a esta metodología de aprendizaje. El material, en forma de libro, se pretende editar una vez conseguido los permisos pertinentes.

#### **6. Utilidad (comentar para qué ha servido la experiencia y a quiénes o en qué contextos podría ser útil).**

La metodología generada será aplicable a todas las asignaturas relacionadas con las ciencias de la vida y la salud. En particular, puede ser muy útil para los alumnos de los distintos Grados (Biología, Bioquímica, Química, etc.). El proyecto potenciará el uso del inglés científico mediante la utilización de textos, documentos, artículos y guiones en dicho idioma. Puesto que el material se ha elaborado durante el curso 2012/2013 y la asignatura Biología de Sistemas no se imparte hasta el curso próximo, no hemos podido valorar la utilidad real de la metodología en cuanto al aprendizaje de los alumnos. Sin embargo, el desarrollo de este proyecto ha permitido al profesorado implicado plasmar algunas metodologías, nuevas para ellos en algunos casos, en algo tangible como lo que se presenta en esta compilación de casos. Los profesores participantes han acabado familiarizándose con esta nueva metodología y valoran muy positivamente la posibilidad de aplicarla en otras asignaturas en las que están impartiendo actualmente su docencia, dentro del campo de las ciencias de la vida y la salud.

#### **7. Observaciones y comentarios (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados).**

Aunque aún podemos dimensionar la utilidad real de la metodología en el aprendizaje de los alumnos, los integrantes del grupo sí que hemos aprendido mucho sobre las posibilidades de hacer que los alumnos se impliquen en su propio proyecto de aprendizaje utilizando metodologías más participativas.

Se envía en archivo adjunto, fotocopia de las facturas por material de oficina (papel, fotocopias, consumibles informáticos), ajustadas a presupuesto.

**8. Bibliografía.** *Alguna de la bibliografía utilizada:*

- Golich et al., 2000. The ABCs of Case Teaching.. Georgetown University.
- Tanner et al., 2003. Approaches to Cell Biology Teaching: Cooperative Learning in the Science Classroom— Beyond Students Working in Groups. Cell Biology Education 2:1-5.
- Andreux et al., 2012. Systems Genetics of Metabolism: The Use of the BXD Murine Reference Panel for Multiscalar Integration of Traits. Cell 150, 1287–1299.
- Gormalli et al., 2012. Developing a Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS): Measuring Undergraduates' Evaluation of Scientific Information and Arguments. CBE—Life Sciences Education: 11, 364–377.
- Joyce et al., 2006. The model organism as a system: integrating 'omics' data sets. Nature 7: 198-210

**En córdoba, a 30 de julio de 2013**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Nieves Abril', with a large, stylized initial 'N'.

**Fdo: Nieves Abril**

**(responsable del Grupo Docente n° 74)**

**Sr Vicerrector de Estudios de Postgrado y Formación Continua**