

Para citar este artículo:

Freire, M<sup>a</sup>.A. y Rodríguez, A. (2006). Adaptación de la asignatura de Biología Molecular al Espacio Europeo de Educación Superior, *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 5 (2), 267-275. [[http://www.unex.es/didactica/RELATEC/sumario\\_5\\_2.htm](http://www.unex.es/didactica/RELATEC/sumario_5_2.htm)]

## Adaptación de la asignatura de Biología Molecular al Espacio Europeo de Educación Superior.

M<sup>a</sup> Angeles Freire Picos  
Ana Rodríguez Torres

Facultad de Ciencias.  
Campus da Zapateira s/n.  
15071 - A Coruña – España.

*Universidad de A Coruña*

E-mail: mafreire@udc.es; anuskart@udc.es.

**Resumen:** Este artículo trata de nuestra experiencia en la adaptación de una asignatura optativa de Segundo Ciclo al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en la Universidad de A Coruña. En primer lugar se presentó un proyecto de adaptación de la asignatura Biología Molecular con la organización de una Guía Docente *Gaddu*, y posteriormente se aplicaron los resultados de la experiencia durante el curso académico 2005-06.

**Palabras clave:** Tecnología Educativa, Biología Molecular, Internet, EEES.

**Abstract:** This article is about our experience in the adaptation of a last year's optative course to the European Space of Superior Education (EEES) in the University of A Coruña. First of all an adaptation's project for the course Molecular Biology was presented with the organization of a Scholar Guide *Gaddu*, and after that the results of the experience were applied during the academic year 2005-06.

**Keywords:** Educational Technology, Molecular Biology, Internet, EEES.

---

## 1. Antecedentes

La declaración de Bolonia (1999) propone que la educación superior alcance, el año 2010, un sistema y unos objetivos comunes en toda la Unión Europea. Varias reuniones han ido concretando los elementos que deben definir este Espacio Europeo de Educación Superior. La formación universitaria debe proporcionar, además de la adquisición de conocimientos, las capacidades y competencias necesarias para afrontar con éxito los retos de una sociedad y un mundo laboral cambiante y globalizado (capacidad de obtener y comprender la información, de resolución de problemas, de autoinformación, iniciativa, y un largo etcétera). Otro de los objetivos del espacio europeo es impulsar la cooperación entre Universidades para desarrollar metodologías comparables que garanticen la transparencia de los títulos y establezcan criterios comunes de evaluación (Segués-Piqué, 2004). Dentro de las nuevas herramientas de enseñanza destaca el llamado el e-learning, que se define como: Todas las actividades apoyadas por ordenador e internet que soportan enseñanza y aprendizaje, tanto en el campus como a distancia (Bates, 2005). En 2001, se inició el proyecto BioRom, como una primera aproximación a la metodología de trabajo del espacio europeo de educación superior. En BioRom 2005 ([www.biorom.uma.es](http://www.biorom.uma.es)), doce universidades pusieron su innovación docente a disposición de la comunidad universitaria internacional, con el doble objetivo de unificar conceptos y aprovechar esfuerzos. BioRom incluye una gran variedad de moléculas y mecanismos animados que solo el e-learning permite, además propone ejercicios interactivos sobre resolución de problemas y de autoevaluación. El BioRom es un recurso útil para que el profesor guíe al alumno en su aprendizaje, para las clases de teoría, y como instrumento de autoaprendizaje, ya sea para un alumno de licenciatura o para cualquier persona que desee utilizar su formación.

La Tecnología Educativa es un aspecto a tener en cuenta a la hora de adaptar la enseñanza de una determinada asignatura, aplicando las técnicas adecuadas en cada caso, según el tipo de docencia teórica, práctica, así como para el desarrollo de Capacidades, Competencias y/o Destrezas que debe desarrollar el alumno a lo largo de un curso y por consiguiente en su carrera formativa universitaria. En la Universidad de A Coruña, el Vicerrectorado de Calidad y Harmonización Europea ha potenciado en los últimos años la adaptación de la docencia al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) mediante la formación de los denominados "Grupos Departamentales de Calidad" (GDC) donde los Profesores han planteado proyectos para la adaptación a la convergencia europea. Fruto de esta iniciativa las autoras de este trabajo establecieron el GDC 113.

Este artículo resume la adaptación de una asignatura optativa de Segundo Ciclo de una Licenciatura de Ciencias al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). La asignatura está dirigida a alumnos de cuarto-quinto curso de Biología que han cursado con anterioridad otras asignaturas llave como son la Bioquímica General y la Genética. En una primera fase de la adaptación diseñamos una Guía

Docente Gaddu en la que se incluyó la organización del curso: Programas teórico y práctico de la asignatura, Objetivos, Bibliografía, modo de Evaluación, número y tipos de Actividades, etc., entre otros aspectos. La Biología Molecular es actualmente la base de muchas áreas de investigación, por lo que esta asignatura optativa en 4º ó 5º curso de la licenciatura pretende desarrollar la capacidad del alumno en la aplicación de sus conocimientos en las distintas áreas. Como pre-requisitos para cursar la asignatura se señalan los siguientes:

- Conocimientos básicos de Biología Molecular impartidos en asignaturas de cursos anteriores de Bioquímica y Genética.
- Buen nivel de redacción, síntesis y presentación ordenada de trabajos, así como nivel de usuario de herramientas informáticas (Internet, Power-point, etc.).
- Nivel elemental de comprensión del idioma inglés.

Entre los Objetivos planteados, el programa que queremos desarrollar pretende favorecer el aprendizaje en los siguientes aspectos:

- Conocimientos de los últimos avances en diferentes aspectos de la Biología Molecular.
- Conocimiento de bases de datos y programas para obtener información partiendo de secuencias tanto de proteínas como de ácidos nucleicos.
- Trabajo con artículos de investigación para una mejor comprensión de los avances en esta disciplina incluidos en el temario.
- Desarrollar la capacidad de interpretación de resultados y conclusiones.
- Fomentar la discusión de temas de investigación para fomentar la comprensión de la materia y el pensamiento crítico.

Las Competencias que se intentan desarrollar durante la impartición de esta asignatura en un alumno de una Licenciatura de Biología son:

- Metodologías de trabajo en el laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular.
- Habilidad para la utilización de fuentes bibliográficas y términos técnicos propios del área de Bioquímica y Biología Molecular, usando el método científico para su estudio.
- Competencias para estudio/trabajo autónomo y/o en grupo.
- Desarrollo de la capacidad de razonamiento, evitando los aprendizajes puramente memorísticos, así como el desarrollo de pensamiento crítico.
- Desarrollo de capacidad para diseñar experimentos para la resolución de un problema.

Por último, nuestra contribución al desarrollo de habilidades y destrezas en el alumno que cursa esta asignatura podrían ser las siguientes:

- Capacidad para plantear y resolver ejercicios y problemas sobre un tema
- Familiarización con las principales fuentes bibliográficas en el campo de la Biología Molecular, que permita al alumno encontrar, seleccionar y entender la información.
- Dentro de sus habilidades sociales: razonamiento, argumentación, trabajo en grupo, capacidad de presentar públicamente un trabajo, y finalmente su capacidad de resolver problemas mediante la aplicación integrada de los conocimientos aprendidos.

Por todo ello consideramos que para obtener buenos resultados, es fundamental la participación de los alumnos en las clases y actividades así como el trabajo/estudio diario con el apoyo de la Bibliografía recomendada. Por ello se recomienda al alumno la asistencia continuada y también se aconseja la asistencia individual a las tutorías para solucionar dudas y aspectos del temario que presentasen especial dificultad. Con respecto a la Evaluación, consideramos que debe ser continuada en varios niveles y atendiendo a distintos aspectos, incluyendo la valoración de los distintos trabajos escritos, seminarios orales, cuestionarios de problemas, etc., tanto durante su desarrollo (que se podrá seguir en las horas tutorizadas) así como su presentación final. Se valorará también el trabajo individual y/o en grupo, las prácticas de laboratorio, etc. Y finalmente se realizará un exámen parcial de la materia teórica y un examen final. En el examen final se valorará la conjunción de todos los conocimientos adquiridos por el alumno a lo largo del curso. Pero no será lo único a tener en cuenta en la nota final. En cuanto a los aspectos y criterios de evaluación a seguir, consideramos que la nota final de la asignatura se calculará de la siguiente manera:

- Participación en las Actividades: Discusión y resolución de cuestionarios y trabajos sobre Artículos de Investigación: 25%
- Prácticas de Laboratorio: Participación diaria, resolución de cuestionarios y examen: 15%
- Examen/es Parcial/es y/o Final: 60%

## **2. Metodología utilizada**

La asignatura de Biología Molecular está planteada para potenciar el aprendizaje activo de los alumnos de manera que las clases teóricas se conciben como introducciones generales a cada Tema que serán complementadas después con el resto de actividades propuestas, incluyendo el estudio individual de los alumnos, la resolución de problemas y ejercicios, la discusión de trabajos monográficos y seminarios, así como la asistencia a Tutorías. La adaptación de los actuales créditos docentes a nivel universitario a los créditos ECTS en la

adaptación al Espacio Europeo (EEES) de la asignatura Biología Molecular, optativa de 2º Ciclo de la Licenciatura de Biología, en la Universidad de A Coruña, ha intentado utilizar la Tecnología Educativa con la aplicación de la metodología que se reseña a continuación:

- a) Facultad Virtual: En la Universidad de A Coruña existe un portal informático donde alumnos y profesores tienen una conexión. Es el primer punto de información del alumno, donde además de incluir toda la documentación necesaria (programas, trabajos, publicaciones, etc.) para llevar a cabo el proceso interactivo de enseñar-aprender entre el Profesor y el Alumno, también se establecen tutorías virtuales, foros de discusión, etc.
- b) Clases Magistrales: La distribución de los 6 créditos totales: 4,5 Teóricos + 1,5 Prácticos, se agrupan en un cuatrimestre repartidos en 3 horas semanales. El 42% de la docencia se imparte como clases magistrales de actualización y complementación de la información base que el alumno ha adquirido en otras asignaturas llave, ya que ellos conocen de antemano los contenidos de la asignatura que se va a impartir (Tabla I). Una parte de estas clases también se utiliza para comentar y organizar actividades que se comentan en los sucesivos apartados.

---

#### Bloque I.- INTRODUCCIÓN Y GÉNOMICA

---

**I.1.-Introducción a la Biología Molecular:** Origen, definición, e interrelación con otras disciplinas.

---

**I.2.-Genes y cromosomas:** Genomas de eucariotas, virus y procariotas. Organización y complejidad del genoma eucariota. Características de los genomas víricos y procariotas. Breve introducción a la metodología de hibridación de ácidos nucleicos.

---

**I.3.-Análisis de genomas:** El genoma humano. Otros genomas descifrados. Metodologías empleadas para éste análisis. Sistemas automatizados de secuenciación, Microarrays. Información molecular a través de Internet. Programas para análisis de secuencias, naturaleza e interpretación de la información que aportan.

---

#### Bloque II.- TRANSCRIPCIÓN Y PROCESAMIENTO

---

**II.1.-Transcripción basal:** Elementos cis y factores implicados. RNA polimerasas. Mecanismo de la transcripción: inicio elongación y terminación. Técnicas: selección de los puntos de inicio y terminación transcripcional: "primer extension" y digestión con nucleasa S1.

---

**II.2.-Transcripción regulada:** Factores transcripcionales, Activadores y represores. Dominios de unión a DNA: Interacciones DNA-Proteínas. Técnicas para el estudio de interacciones DNA-Proteínas: Footprinting. Retraso en gel (EMSA). Fotocrosslinking.

---

**II.3.-Regulación de la transcripción en eucariotas y procariotas:** Ejemplos de activación y represión de genes concretos. Señales reguladoras Estrategias procariotas para regular los genes de una misma ruta. Ejemplos de regulación de la expresión génica durante el desarrollo. Transcripción en virus y retrotranscripción. Los retrovirus y la transcriptasa inversa. El virus del sida y medicamentos utilizados para evitar su replicación.

---

**II.4.-La cromatina y la regulación de la expresión génica:** Proteínas componentes de la cromatina. Niveles de condensación del DNA nuclear eucariota. El nucleosoma y la estructura de la cromatina. Regiones con significado funcional: centrómero y telómeros. Unión de factores transcripcionales a cromatina. Acetilación y desacetilación de histonas en la regulación de la expresión génica.

---

---

**II.5.-Procesamiento de RNAs y regulación:** Poliadenilación. Eliminación de intrones. Auto-splicing. RNA con capacidad catalítica. Procesamiento de RNAs ribosómicos y transferente. Edición de RNA. El RNA antisentido en la regulación de la traducción. Técnicas: northern, cross-linking, transcripción in vitro. Aplicaciones del RNA antisentido.

---

**Bloque III.- REPLICACIÓN, REPARACIÓN Y CLONACIÓN**

---

**III.1.-Copiando la información:** Replicación. Maquinaria de replicación en eucariotas y procariotas. Papel de la telomerasa. Papel de las topoisomerasas. Capacidad de corrección de errores de las polimerasas. Replicación mitocondrial. Técnica: la PCR.

---

**III.2.-Modificación y reparación del DNA:** Metilación del DNA, Enzimas de restricción-modificación. Tipos de daños y consecuencias. Radicales libres, mecanismos de genotoxicidad y mutagénesis. Mecanismos de reparación: Fotorreactivación. Excisión y reparación de nucleótidos. Excisión y reparación de bases.

---

**III.3.-Clonación del DNA y tecnología del DNA recombinante:** Enzimas necesarias en la tecnología del DNA recombinante. Plásmidos y vectores de clonación para diferentes tipos celulares.

---

**III.4.-Reordenaciones génicas:** Recombinación. Clasificación de los procesos de recombinación. Recombinación homóloga. Modelo de Holliday. Proteínas implicadas. Generación de la diversidad de anticuerpos. Elementos génicos transponibles.

---

**Bloque IV.- TRADUCCIÓN, PROCESAMIENTO Y DESTINO**

---

**IV.1.-Traducción II:** Elementos implicados en la traducción y pasos esenciales. mRNA y tripletes de inicio, tRNA y ribosomas. Acoplamiento de los tRNAs a los aminoácidos. Inicio, elongación y terminación. Mutaciones supresoras. Inhibidores traduccionales. Diferencias entre eucariotas y procariotas.

---

**IV.2.-Procesamiento del péptido sintetizado:** Plegamiento y chaperoninas. Modificaciones covalentes. Localización subcelular. "Splicing en proteínas: inteínas y exteínas. Destino de las proteínas. Proteínas de secreción. Degradación programada. Los priones: plegamiento proteico y "vacas locas".

---

*Tabla 1. Programa Teórico de la asignatura de Biología Molecular.*

- c) **Discusión acerca de Trabajos de Investigación:** El tercer día de la semana se dedica a clases interactivas de discusión sobre trabajos de investigación, que el alumno ha leído previamente, para que aprenda a manejar dicha Bibliografía además de los conocidos libros de texto. Entre estos se destacan los que se citan a continuación: Lohmann, 2004; Plosky, 2005; Ptashne, 2005; Salgado, 2005; Sims III, 2004. Así como artículos de divulgación científica sobre temas actuales relacionados con el programa de la asignatura como: Dopaje Génico, Priones y Vacas Locas, entre otros.
- d) **Resolución de Problemas:** Con frecuencia se plantean problemas que el alumno deberá resolver, donde de una manera práctica se aplican los conocimientos teóricos adquiridos y donde aparecen las primeras aplicaciones del interés de la asignatura. Parte de la información de la asignatura, así como de los Problemas se extraen de la Universidad Abierta de MIT (Massachusetts Institute of Technology): *MITOPENCOURSEWARE* en la dirección de internet <http://ocw.mit.edu/index.html>, de acceso libre tanto de la parte teórica como del planteamiento y resolución de ejercicios.
- e) **Clases Prácticas:** Estas incluyen tanto horas de laboratorio como de informática, donde el alumno una vez obtenido los resultados

correspondientes deberá integrarlos conjuntamente para llegar a algún tipo de conclusión. Una vez que el alumno se ha familiarizado con las herramientas informáticas a través de Internet, así como del uso de las bases de datos, se reunirá en grupo para desarrollar un proyecto de investigación para identificar la función biológica de un determinado gen, explicando la aproximación experimental y la metodología, fomentando el trabajo en grupo, la discusión, el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas, así como el manejo de la información vista a lo largo del curso. A continuación se muestra el temario de Prácticas que se propone en este Proyecto:

Temario Prácticas
Trabajo con "genes informadores" en este caso diferentes promotores fusionados a <i>LacZ</i> en diferentes mutantes para activadores transcripcionales.
Trabajo en el aula de informática con regiones reguladoras de diferentes genes y propuesta de un modelo de regulación para ese gen. Diseño experimental para demostrar las posibilidades de regulación.
Interrupción génica de <i>TRP1</i> ó <i>LAC4</i> : Obtención de un mutante estable. Comprobación del fenotipo.
Ensayos <i>X-Gal</i> overlay para diferenciar los niveles de expresión de los transformantes, y comprobación de la interrupción génica por análisis de auxotrofia.

Tabla 2. Programa Práctico de la asignatura de Biología Molecular.

### 3. Resultados

Este curso contamos con un número reducido de alumnos. Esto nos permitió un contacto mucho más directo con cada uno de ellos y un trabajo y evaluación continuos de las actividades. En la mayoría de los casos, las altas matrículas que se registran en los primeros cursos impedirían aplicar el mismo tipo de actividades ya que conducen a factores negativos de la experiencia piloto entre los que se pueden destacar: \*Una sobrecarga de trabajo para el profesor implicado directamente en la experiencia, y \*Dificultad para calificar correctamente los trabajos en grupo.

El uso de la Facultad Virtual a lo largo del curso nos ha permitido incluir desde un principio todo el material necesario (ejercicios y artículos de investigación, programas, etc.) de tal manera que los alumnos han podido tener un acceso más cómodo a la información, ya que todos ellos tienen acceso a la Facultad Virtual. Los foros de discusión y las tutorías virtuales son otros instrumentos de trabajo a tener en cuenta a la hora de la formación del alumno, así como de su evaluación.

La Guía Docente *Gaddu* de la asignatura fue presentada como parte de los Grupos Departamentales de Calidad de la Universidad de A Coruña (UDC) del que formamos parte como grupo. En ella, y de manera previa a la matrícula, el alumno conoce todo lo relacionado con la asignatura: tipos y tiempo de dedicación a las actividades, horarios de clases y exámenes, etc., y de esta manera no pueden surgir conflictos o interacciones horarias con otras asignaturas.

Con respecto a las Encuestas, la experiencia nos ha permitido una mayor interacción con el alumnado que ha participado más activamente en la asignatura. El resultado de la encuesta, que se muestra a continuación, nos permitirá el reajuste de cara al próximo curso:

- Tiempo medio que dedicaron en total a las actividades dirigidas de la asignatura: 8,6 horas
- Grado de dificultad de las actividades: Medio
- Tiempo para la preparación del examen de prácticas 3,4 h.
- Respecto al aprovechamiento de las tutorías: existe un 50% de alumnos que las utilizan a menudo y otro 50% que no. En este punto debemos de potenciar su uso para mejorar los resultados académicos de los alumnos.
- El 83% del alumnado utiliza los libros de texto a menudo y el resto a veces. El mismo porcentaje consulta y utiliza la información que se les proporciona a través de la Facultad Virtual.
- Por último todos los alumnos están de acuerdo en que se podría profundizar más en algunos temas de cara a próximos cursos.

#### **4. Conclusiones y perspectivas**

El proceso de adaptación al sistema EEES en esta asignatura optativa de 2º Ciclo ha sido positivo tanto porque ha permitido una mayor implicación del alumno en el aprendizaje como nos ha permitido una mejor impartición de la docencia de la asignatura. Dedicar al menos un día a la semana a las actividades, relaja el ritmo de adquisición de conocimientos y permite debatir y profundizar en los mismos, sirviendo de ayuda al estudio de la asignatura y a desarrollar competencias transversales. El resultado académico del alumnado ha sido satisfactorio. La experiencia no ha repercutido negativamente en la media de aprobados. Tanto la propia experiencia del profesorado como la encuesta realizada a los alumnos nos permitirá reajustar los contenidos del programa y mejorar la docencia de cara al próximo curso. La experiencia nos ha permitido re-elaborar la guía Gaddu del curso siguiente. La asistencia a cursos y reuniones de coordinación de la docencia, donde se intercambia información de las distintas experiencias, es de gran importancia para elaborar la guía y poner en marcha el proyecto de la asignatura. Con el tiempo se debe de incrementar la utilización de las TICs en el aula e iniciar nuevas técnicas de aprendizaje cooperativo.

#### **5. Bibliografía**

Bates, A. (2005). *Technology, e-Learning and Distance Education*, London: Routledge.



- Lohmann, J.U. and Weigel, D. (2002): Building Beauty: The Genetic Control of Floral Patterning. *Developmental Cell*, 2: 135-142.
- Plosky, B.S. and Woodgate, R. (2004): Switching from high-fidelity replicases to low-fidelity lesion-bypass polymerases. *Current Opinion in Genetics and Development*, 14: 113-119.
- Ptashne, M. (2005): Regulation of Transcription: from lambda to eukaryotes. *Trends in Biochemical Sciences*, 30 (6): 275-279.
- Salgado, J.; Zabalegui, N.; García-Amigot, F.; Gil, M.C.; González, M.S. and García-Foncillas, J. (2005): Structure-based assesment of *BRCA1* and *BRCA2* mutations in a small spanish population. *Oncology Reports*, 14: 85-88.
- Sergués-Piqué, T. (2004). BIO-ROM, una experiencia útil para la integración de la Bioquímica en el Espacio Europeo de Educación Superior. Ponencia del XXVII Congreso de la SEBBM 2004.
- Sims III, R.J.; Mandal, S.S. and Reinberg, D. (2004): Recent highlights of RNA-polimerase-II-mediated transcription. *Current Opinion in Cell Biology*, 16: 263-271.

