

# Desarrollo de problemas virtuales e interactivos para el aprendizaje de la microbiología

Montserrat Llagostera

Jordi Barbé, Isabel Esteve, Núria Gaju, Marina Luquin y Marc Pybus

Departamento de Genética y de Microbiología

Unidad de Microbiología

Facultad de Biociencias

Universitat Autònoma de Barcelona

## Resumen

La web Microbiología Interactiva promueve el aprendizaje de la Microbiología a través de la resolución de problemas teóricos y/o prácticos. El material se ha diseñado para ser utilizado en las clases presenciales y también como herramienta de autoaprendizaje. La innovación más destacada es la integración de los aspectos teóricos y prácticos, gracias a que, además de contenidos teóricos, la web incluye un laboratorio virtual de microbiología donde se pueden realizar diversas técnicas básicas de Microbiología obteniendo una simulación de resultados. La web se dirige a estudiantes que entran en contacto por primera vez con el mundo invisible de los microorganismos, es decir, a estudiantes de primer o segundo curso de una titulación universitaria que incluya esta materia.

La implementación de un prototipo de esta nueva herramienta se ha efectuado durante el curso académico 2007-2008 en las asignaturas de Microbiología (titulación de Biología) y de Microbiología I (titulación de Biotecnología). La evaluación que se ha hecho en este primer semestre muestra una muy buena aceptación por parte de los estudiantes, así como del profesorado que lo ha implementado. En esta evaluación se han identificado algunas disfunciones de la web, que ya se han corregido en la versión final, que se ha simplificado y contiene diversos recursos de ayuda. Esta herramienta, que se considera única, servirá de base para el desarrollo de futuras webs que se ocupen del aprendizaje de la Microbiología a un nivel más avanzado.

## Ámbito general de interés de la innovación

El desarrollo de esta herramienta tiene interés tanto para el profesorado universitario como para el de otros niveles de enseñanza (enseñanza secundaria obligatoria, bachillerato y ciclos formativos) que estén implicados en la docencia de la Microbiología.

Además, la idea del laboratorio virtual, tal como se ha desarrollado, puede ser aplicable al aprendizaje de cualquier disciplina de las Ciencias de la Vida y de otros ámbitos experimentales.

## **1. Objetivos**

El objetivo fundamental ha sido desarrollar un espacio virtual para el aprendizaje de la Microbiología, basado en la resolución de problemas teóricos y/o prácticos que permitan el aprendizaje autónomo del alumno, así como la integración de los aspectos teóricos con los prácticos.

## **2. Descripción del trabajo**

Para alcanzar el objetivo propuesto, el trabajo se ha dividido en dos fases:

### **2.1. Construcción de la web Microbiología Interactiva**

Esta fase del proyecto se desarrolló entre enero y septiembre de 2007 con el fin de disponer de un prototipo de la web al inicio del curso 2007-2008 y poder concluir la web definitiva entre septiembre de 2007 y febrero de 2008. A continuación se describe el trabajo de forma resumida:

#### **2.1.1. Definición de los espacios formales de la web**

Se definieron los espacios temáticos que corresponden a las diferentes partes de que consta una asignatura general de Microbiología. Así, en la web hay un espacio para cada una de las siguientes unidades docentes:

1. Introducción a las técnicas de la Microbiología.
2. Estructura y función de la célula microbiana.
3. Crecimiento y control microbiano.
4. Microbiología molecular de los microorganismos.
5. Fisiología y metabolismo microbianos.
6. Virología.
7. Ecología microbiana.
8. Diversidad microbiana.

Además, se decidió que cada unidad docente constara de las siguientes ventanas:

1. Problemas.
2. Laboratorio.
3. Recursos.
4. Multimedia.
5. Galería de imágenes.

En la ventana Problemas, el alumno inicia su aprendizaje a partir de los problemas planteados, trabajando y resolviendo las cuestiones teóricas y/o prácticas que

se le proponen. Para alcanzar estos objetivos, el alumno dispone de un laboratorio de microbiología, equipado con los materiales y los aparatos que necesite, con el contenido que encontrará en las ventanas Recursos, Multimedia y Galería de imágenes.

#### 2.1.2. Definición de las competencias y contenido de cada unidad docente

Atendiendo a la tipología de alumno al que se dirige la web, se definieron las competencias específicas de cada unidad docente, así como su contenido.

#### 2.1.3. Elaboración de los problemas y diseño del laboratorio de microbiología

En función de la competencia que se pretende desarrollar, se elaboraron diversos tipos de problemas. Así, en la web se proponen:

1. Problemas prácticos que requieren un trabajo experimental en el laboratorio virtual.
2. Problemas teóricos de razonamiento lógico encadenado.
3. Problemas teóricos que se deben resolver consultando la información que se ofrece en las ventanas Multimedia y Galería de imágenes.

Estos recursos (Multimedia y Galería de imágenes) se han obtenido del propio profesorado que ha participado en el proyecto, o bien de recursos de la American Society for Microbiology, de Centers for Diseases Control and Prevention (USA) o de distintas webs con fines educativos. En cambio, el material incluido en la ventana Recursos lo forman documentos en PDF elaborados por el profesorado que participa en el proyecto y que deben ser consultados por los estudiantes para la resolución de los problemas planteados.

Por otra parte, se diseñó el laboratorio de microbiología, que consta de un puesto de trabajo, de almacenamiento de muestras y de un histórico de las manipulaciones que va haciendo el alumno en el espacio de trabajo. Además, se definieron las siguientes ventanas, que contienen todos los materiales, medios e instrumentación que se necesitan para la experimentación:

- Herramientas.
- Aparatos.
- Material.
- Pipetas.
- Medios de dilución.
- Medios líquidos.
- Medios sólidos.
- Medios semisólidos.
- Tinciones.
- Suplementos.

Finalmente, también está la opción de limpiar el laboratorio cuando el alumno acabe su experimentación.

Para que la simulación virtual de experimentación en el laboratorio sea lo más real posible, se ha tenido que asignar a cada tipo de material, medio, herramienta o equipo

una especificación determinada. Por ejemplo, si se trata de una pipeta de 1 ml, la pipeta virtual debe poder dosificar volúmenes de líquidos comprendidos entre 0,1 y 1 ml. Otro ejemplo: si se quiere visualizar el crecimiento microbiano en una placa de medio nutritivo que se ha inoculado previamente con un microorganismo, sólo se observarán colonias si el alumno ha incubado la placa a una temperatura adecuada y durante un tiempo determinado. Por tanto, esta parte del diseño del laboratorio ha sido clave para que la experimentación que se propone en los problemas sea posible.

También ha sido necesario definir con qué muestras y con qué microorganismos se trabajará virtualmente e introducir, una vez escogidos esos microorganismos, todas las características y los parámetros que sean necesarios para que la simulación de la experimentación sea lo más real posible.

#### **2.1.4. Elaboración de ayuda y de tutoriales**

Para facilitar al alumno el uso de esta aplicación, se han elaborado diversas ayudas que consisten en etiquetas explicativas sobre el uso de algunas de las herramientas y de los materiales del laboratorio de microbiología. Además, también se han incorporado tutoriales sobre cómo realizar las técnicas más básicas de Microbiología en el laboratorio virtual.

#### **2.1.5. Editor para la introducción de nuevos problemas**

Una característica que hace dinámica a esta herramienta es que el profesorado puede acceder a un editor e introducir nuevos problemas e, incluso, modificar los existentes. Esto permitirá que cada profesor pueda adaptar la web a las características de la titulación que están cursando los estudiantes, poniendo más énfasis en uno u otro concepto.

Podéis consultar los materiales complementarios Plana en plana.pdf y una demo de la web en la dirección <http://microbiologia.uab.cat/microbiologainteractiva/>(2008).

### **2.2. Introducción de la web Microbiología Interactiva en el aprendizaje de la Microbiología**

La segunda fase del proyecto ha consistido en la aplicación del prototipo de la web al aprendizaje de la Microbiología. En el curso 2007-2008 se han tomado como prueba piloto los estudiantes que cursan las asignaturas de Microbiología (titulación de Biología) y Microbiología I (titulación de Biotecnología). Ambas asignaturas son troncales y se imparten en el segundo curso del primer ciclo de su titulación. La asignatura de Microbiología es anual y su programa incluye todas las unidades docentes de la web Microbiología Interactiva, mientras que la asignatura de Microbiología I es semestral y aborda cinco de las ocho unidades docentes de que consta la web.

Dado que los estudiantes a los que se dirige la web Microbiología Interactiva desconocen la Microbiología, se ha previsto la utilización de la web en clase para ir introduciendo progresivamente la materia, al tiempo que se enseñan las técnicas básicas de la Microbiología en el laboratorio virtual. Posteriormente, y a medida que avan-

za el curso, los estudiantes tienen que utilizar la web de forma autónoma como una herramienta de autoaprendizaje. Se ha previsto que el profesor pueda activar o desactivar las diferentes unidades docentes de la web, de manera que el alumno sólo pueda entrar en aquel o aquellos espacios que interese, en función de la programación teórica y práctica del curso.

Finalmente, en esta fase, se está evaluando el uso de la web por parte del profesorado y de los estudiantes con el fin de conocer su utilidad en el aprendizaje de la Microbiología.

### **3. Metodología**

La web se ha realizado utilizando el software Macromedia Flash® v8. El tratamiento de imágenes se ha hecho con Adobe Photoshop CS; la edición de páginas web, con Macromedia Dreamweaver® v8, y la captura de vídeos, con Autoscreen Recorder Free (Wisdom-soft).

## **4. Resultados**

### **4.1. Introducción de la nueva herramienta en la docencia**

La web Microbiología Interactiva ha estado accesible durante este primer semestre a un total de 381 estudiantes (82 de Microbiología I y 299 de Microbiología) y se ha utilizado en cuatro grupos de teoría y dos grupos de prácticas de aula.

La introducción de la nueva herramienta en el aprendizaje ha supuesto una clara ayuda para el profesor a la hora de explicar qué es un laboratorio de microbiología y cuáles son y cómo se desarrollan los métodos más básicos de la Microbiología. De hecho, el uso en clase de la web, y también de forma autónoma por parte del alumno, ha facilitado enormemente la realización de las primeras prácticas de laboratorio, así como su comprensión. Por otra parte, el profesorado de las dos asignaturas ha incorporado en sus presentaciones los diversos problemas que se proponen en la web para cada tema o unidad docente, lo que facilita que el alumno alcance los objetivos previstos, no sólo a través de un procedimiento pasivo de aprendizaje, sino también activo, basado en la resolución de los problemas planteados en la web.

Durante esta prueba piloto, se fueron detectando algunas disfunciones en la web, que han sido corregidas en la web final. Además, se han incorporado etiquetas de ayuda y tutoriales que responden a las sugerencias realizadas por los estudiantes.

### **4.2. Evaluación de la web**

A mediados de diciembre se realizó una encuesta voluntaria a los estudiantes implicados en esta prueba piloto. La encuesta se realizó en el aula de forma anónima y respondieron a ella 142 estudiantes de Microbiología y 53 de Microbiología I, lo que

representa un 47,5% y un 64,6% de los estudiantes matriculados, respectivamente. Los resultados de las dos encuestas se presentan en los materiales complementarios (Enuesta\_Microbiología 1.ppt y Enuesta\_Microbiología.ppt). En estos documentos se puede observar que la opinión mayoritaria de los estudiantes es que la web es una herramienta muy útil o necesaria como complemento de las clases presenciales (80% Microbiología y 57% Microbiología I). La diferencia de porcentajes entre los dos grupos de estudiantes se debe a que el 26% de los estudiantes de Microbiología I respondieron la opción Otros a esta pregunta, indicando que la web era útil. A pesar de que la mayoría de los estudiantes considera que la web es una buena herramienta de aprendizaje, sólo el 26% de Microbiología y el 23% de Microbiología I dice haberla utilizado más de seis veces. La principal razón que esgrimen para justificar el no haber utilizado la web tanto como les hubiera gustado, es la falta de tiempo.

También muestran un alto grado de acuerdo en que la web los ayuda a comprender mejor los conceptos explicados en las clases teóricas (74% Microbiología y 71% Microbiología I), prácticas (79% Microbiología y 68% Microbiología I) y de problemas de aula (58% Microbiología I). Asimismo, se manifiesta un gran nivel de acuerdo entre el alumnado con respecto a que la web desarrollada es un recurso de autoaprendizaje y que no debe ser utilizado para hacer evaluaciones en línea (75% Microbiología y 81% Microbiología I). Los estudiantes de Microbiología (53%) consideran más intuitivo y fácil usar la web que los de Microbiología I (42%).

El 51% de los estudiantes de Microbiología creen que los problemas son difíciles, mientras que el 40% los considera adecuados; por lo que respecta a los estudiantes de Microbiología I, los encuentran difíciles un 42% y adecuados un 48%. Por otra parte, casi un 50% de los estudiantes ha experimentado algún tipo de problema técnico (51% Microbiología y 43% Microbiología I), mientras que el 20% de Microbiología y el 25% de Microbiología I no han tenido ninguno. Al preguntar cuáles eran los problemas técnicos, la mayoría de las respuestas se referían a problemas con la red y no con la web.

Los resultados de la encuesta también pusieron de manifiesto una serie de aspectos que mejorar en la web, así como la necesidad de contar con ayudas como las que se han diseñado para la versión definitiva.

Finalmente, hay que indicar que la opinión del profesorado implicado en esta experiencia es muy positiva, pues considera que la herramienta es atractiva para los estudiantes, fácil de utilizar, y les permite aprender activamente, así como practicar tanto como deseen en el laboratorio virtual de Microbiología. Merece destacarse la opinión del profesorado de prácticas, que ha podido constatar que el uso del laboratorio virtual previamente a la realización de las prácticas ayuda a los alumnos a alcanzar mucho mejor los objetivos y las competencias previstas en la parte práctica de la asignatura. Así se ha podido comprobar en la evaluación realizada el último día de prácticas, ya que únicamente tres de los estudiantes que han cursado las prácticas de las asignaturas Microbiología y Microbiología I no han superado esta evaluación.

## 5. Conclusiones

De los resultados obtenidos en la prueba piloto de implementación de la web Microbiología Interactiva en el aprendizaje de la Microbiología se puede concluir que la herramienta desarrollada es atractiva para los estudiantes, pues la valoran muy positivamente. En la versión final de la web se han resuelto las disfunciones que se habían identificado en los primeros meses de implementación de este recurso y también se han incorporado los elementos que pedían mayoritariamente los estudiantes en las encuestas, como las etiquetas explicativas de ayuda y los tutoriales.

Esta experiencia de aprendizaje basada en problemas, donde se combinan los aspectos teóricos con los prácticos gracias al diseño de un laboratorio virtual y a las simulaciones de resultados de experimentación, debe servir de base para el desarrollo de nuevos proyectos dirigidos a estudiantes de cursos más avanzados de Microbiología. Además, puede ser útil para el aprendizaje de otras materias de las Ciencias de la Vida y de otros ámbitos experimentales.

### Accesos de interés

- Web de la innovación: <http://microbiologia.uab.cat/microbiologainteractiva> [2008]

### Palabras clave

Web, microbiología, problemas, laboratorio virtual.

### Financiación

Este proyecto está financiado por el programa de la AGAUR de Mejora de la Calidad Docente de las Universidades Catalanas (MQD) para el año 2006 (número identificador: 2006MQD00027).

### Materiales complementarios del CD-ROM

Demostración de la web *MICROBIOLOGIA INTERACTIVA*: laboratorio virtual en el cual se pueden realizar experimentos.

### Responsable del proyecto

Montserrat Llagostera Casas

Unidad de Microbiología Campus

Departamento de Genética y de Microbiología

Facultad de Biociencias

Universitat Autònoma de Barcelona

[montserrat.llagostera@uab.cat](mailto:montserrat.llagostera@uab.cat)

**Presentación del grupo de trabajo**

La mayoría de los profesores que han participado en este proyecto, así como la profesora responsable, imparten docencia de Microbiología en diferentes titulaciones de la UAB desde hace más de veinte años. Este profesorado está implicado asimismo en el itinerario de especialización en Microbiología que ofrece la titulación de Biología de la Facultad de Biociencias. La especialidad ofrece 112,5 créditos optativos, de los cuales la mayoría corresponden a contenidos específicos de Microbiología; además, incluyen una asignatura de Prácticas con empresas e instituciones en el ámbito de la Microbiología. El profesorado, por otra parte, participa en la docencia del máster de Microbiología y del doctorado en Microbiología de la UAB, que cuenta con la mención de calidad desde el curso 2003-04.

**Miembros que forman parte del proyecto**

Dr. Jordi Barbé García

Departamento de Genética y Microbiología

Facultad de Biociencias

Universitat Autònoma de Barcelona

jordi.barbe@uab.cat

Dra. Isabel Esteve Martínez

Departamento de Genética y Microbiología

Facultad de Biociencias

Universitat Autònoma de Barcelona

isabel.esteve@uab.cat

Dra. Núria Gaju Ricart

Departamento de Genética y Microbiología

Facultad de Biociencias

Universitat Autònoma de Barcelona

nuria.gaju@uab.cat

Dra. Marina Luquín Fernández

Departamento de Genética y Microbiología

Facultad de Biociencias

Universitat Autònoma de Barcelona

marina.luquin@uab.cat

Marc Pybus Oliveras

Departamento de Genética y Microbiología

Facultad de Biociencias

Universitat Autònoma de Barcelona

mpybuso@hotmail.com

Dr. Isidre Giber González  
Departamento de Genética y Microbiología  
Facultad de Biociencias  
Universitat Autònoma de Barcelona  
isidre.gibert@uab.cat

Dr. Jordi Mas Gordi  
Departamento de Genética y Microbiología  
Facultad de Biociencias  
Universitat Autònoma de Barcelona  
jordi.mas@uab.cat

Dra. Olga Sánchez Martínez  
Departamento de Genética y Microbiología  
Facultad de Biociencias  
Universitat Autònoma de Barcelona  
olga.sanchez@uab.cat

Dr. Antoni Villaverde Corrales  
Departamento de Genética y Microbiología  
Facultad de Biociencias  
Universitat Autònoma de Barcelona  
antonи.villaverde@uab.cat

Dra. Esther Julián  
Departamento de Genética y Microbiología  
Facultad de Biociencias  
Universitat Autònoma de Barcelona  
esther.julian@uab.cat

Dra. María Ramos Martínez Alonso  
Departamento de Genética y Microbiología  
Facultad de Biociencias  
Universitat Autònoma de Barcelona  
maira.martinez@uab.cat

Dr. Antoni Solé Cornellá  
Departamento de Genética y Microbiología  
Facultad de Biociencias  
Universitat Autònoma de Barcelona  
antonи.sole@uab.cat

