

# Desenvolupament de problemes virtuals i interactius per a l'aprenentatge de la microbiologia

Montserrat Llagostera

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

Departament de Genètica i de Microbiologia

Unitat de Microbiologia

Facultat de Biociències

Universitat Autònoma de Barcelona

## Resum

El web Microbiologia Interactiva promou l'aprenentatge de la Microbiologia a través de la resolució de problemes teòrics i pràctics. El material s'ha dissenyat per ser utilitzat a les classes presencials i també com a eina d'autoaprenentatge. La innovació més destacada és la integració dels aspectes teòrics i dels pràctics, gràcies al fet que, a més de continguts teòrics, el web inclou un laboratori virtual de Microbiologia on es poden realitzar diverses tècniques bàsiques de Microbiologia obtenint una simulació de resultats. El web va adreçat a estudiants que entren en contacte per primera vegada amb el món invisible dels microorganismes, és a dir a estudiants de primer o segon curs d'una titulació universitària que inclogui aquesta matèria.

La implementació d'un prototip d'aquesta nova eina s'efectua de forma pilot durant el curs acadèmic 2007-2008 a les assignatures de Microbiologia (titulació de Biologia) i de Microbiologia I (titulació de Biotecnologia). L'avaluació que s'ha fet en aquest primer semestre mostra una molt bona acceptació per part dels estudiants així com del professorat que l'ha implementat. En aquesta avaluació s'han identificat determinades disfuncions del web, que ja han estat corregides en la versió final, la qual s'ha simplificat i conté diferents recursos d'ajuda. Aquesta eina, que es considera única, servirà de base per al desenvolupament de futurs webs que tractin de l'aprenentatge de la Microbiologia a un nivell més avançat.

## Àmbit general d'interès de la innovació

El desenvolupament d'aquesta eina té interès tant per al professorat universitari com per al d'altres nivells de l'ensenyament (ensenyament secundari obligatori, batxillerat i cicles formatius), que estiguin implicats en la docència de la Microbiologia.

A més, la idea del laboratori virtual, tal com s'ha desenvolupat, pot ser aplicable a l'aprenentatge de qualsevol disciplina de les Ciències de la Vida i d'altres àmbits experimentals.

## 1. Objectius

L'objectiu fonamental ha estat desenvolupar un espai virtual per a l'aprenentatge de la Microbiologia, basat en la resolució de problemes teòrics i pràctics que permetin l'aprenentatge autònom de l'alumne, així com la integració dels aspectes teòrics amb els pràctics.

## 2. Descripció del treball

Per assolir l'objectiu proposat, el treball s'ha dividit en dues fases:

### 2.1. Construcció del web Microbiologia Interactiva

Aquesta fase del projecte s'ha realitzat des de gener de 2007 fins a setembre del mateix any per tal de disposar d'un prototip del web a l'inici del curs 2007-2008 i poder concloure el web definitiu des de setembre de 2007 fins a febrer de 2008. Tot seguit es descriu el treball de forma resumida:

#### 2.1.1. Definició dels espais formals del web

Es varen definir els espais temàtics que corresponen a les diferents parts de les quals consta una assignatura general de Microbiologia. Així, en el web hi ha un espai per a cada una de les unitats docents següents:

1. Introducció a les tècniques de la Microbiologia,
2. Estructura i funció de la cèl·lula microbiana,
3. Creixement i control microbià,
4. Microbiologia molecular dels microorganismes,
5. Fisiologia i metabolisme microbians,
6. Virologia,
7. Ecologia microbiana, i
8. Diversitat microbiana.

A més, es va definir que cada unitat docent constés de les següents finestres:

1. Problemes,
2. Laboratori,
3. Recursos,
4. Multimèdia, i
5. Galeria d'imatges.

En la finestra Problemes, l'alumne inicia el seu aprenentatge basat en els problemes plantejats, treballant i resolent les qüestions teòriques o pràctiques que se li propo-

sen. Per assolir aquests objectius, l'alumne disposa d'un laboratori de microbiologia, equipat amb els materials i els aparells que necessiti, amb el contingut que trobarà en les finestres Recursos, Multimèdia i Galeria d'imatges.

#### 2.1.2. Definició de les competències i el contingut de cada unitat docent

Atenent la tipologia d'alumne al qual va dirigit el web, es van definir les competències específiques de cada unitat docent, així com el seu contingut.

#### 2.1.3. Elaboració dels problemes i disseny del laboratori de microbiologia

Segons la competència que calia desenvolupar es varen elaborar diversos tipus de problemes. Així en el web es proposen:

1. problemes pràctics que requereixen un treball experimental al laboratori virtual,
2. problemes teòrics de raonament lògic encadenat, i
3. problemes teòrics que s'han de resoldre consultant la informació que es dona en les finestres Multimèdia i Galeria d'imatges.

Aquests tipus de recursos s'han obtingut del professorat que ha participat en el projecte o bé de recursos d'educació de la American Society for Microbiology, de la Centers for Diseases Control and Prevention (EUA) o d'algun web de la xarxa també amb finalitats educatives. En canvi, el material dipositat en la finestra Recursos el formen documents en pdf, elaborats pel professorat que participa en el projecte i que han de ser consultats pels estudiants per a la resolució dels problemes plantejats.

Per una altra banda es va dissenyar el laboratori de Microbiologia, que consta d'un lloc de treball, d'emmagatzematge de mostres i d'un històric sobre les manipulacions que va fent l'alumne en l'espai de treball. A més, es van definir les següents finestres que contenen tots els materials, els medis i la instrumentació que es necessita per a l'experimentació:

- Eines
- Aparells
- Material
- Pipetes
- Medis de dilució
- Medis líquids
- Medis sòlids
- Medis semisòlids
- Tincions
- Suplements

Finalment, també hi ha l'opció de netejar el laboratori per al moment en què l'alumne acabi la seva experimentació.

Per tal que la simulació virtual d'experimentació al laboratori sigui el més real possible, s'ha hagut d'assignar a cada tipus de material, medi, eines o equips una especificació determinada. Per exemple, si es tracta d'una pipeta d'1 ml, la pipeta virtual ha

de poder dosificar volums de líquids compresos entre 0,1 i 1 ml. Un altre exemple, si es vol visualitzar el creixement microbià en una placa de medi nutritiu que s'ha inoculat prèviament amb un microorganisme, només s'observaran colònies si l'alumne ha incubat la placa a una temperatura adequada i durant un temps determinat. Per tant, aquesta part del disseny del laboratori ha estat clau perquè l'experimentació que es proposa en els problemes sigui possible.

En aquest punt també ha estat necessari definir amb quines mostres i amb quins microorganismes es treballarà virtualment i una vegada triats, introduir en el programa totes les característiques i els paràmetres que calguin per a cada microorganisme perquè la simulació de l'experimentació sigui el més real possible.

#### 2.1.4. Elaboració d'ajuda i de tutorials

Per facilitar a l'alumne l'ús d'aquesta eina, s'han elaborat diverses ajudes que consisteixen en etiquetes explicatives sobre l'ús d'algunes de les eines i dels materials del laboratori de microbiologia. A més, també s'han incorporat tutorials sobre com realitzar les tècniques més bàsiques de la microbiologia en el laboratori virtual.

#### 2.1.5. Editor per a la introducció de nous problemes

Una característica que fa dinàmica a aquesta eina és que el professorat pot accedir a un editor i introduir nous problemes i, fins, i tot modificar-ne els existents. Això permetrà que cada professor pugui adaptar el web a les característiques de la titulació que estan cursant els estudiants, fent més èmfasi en un tipus de concepte o un altre.

Podeu consultar els materials complementaris a plana.pdf i un programa de demostració del web a l'adreça [http://microbiologia.uab.cat/microbiologiainteractiva/\(2008\)](http://microbiologia.uab.cat/microbiologiainteractiva/(2008)).

### 2.2. Introducció del web Microbiologia Interactiva a l'aprenentatge de la microbiologia

La segona fase del projecte ha consistit en l'aplicació del prototip del web a l'aprenentatge de la microbiologia. En el curs 2007-2008 s'han triat com a prova pilot els estudiants que cursen les assignatures de Microbiologia (titulació de Biologia) i Microbiologia I (titulació de Biotecnologia). Ambdues assignatures són troncal i s'imparteixen al segon curs del primer cicle de la seva titulació. L'assignatura Microbiologia és anual i el seu programa inclou totes les unitats docents del web Microbiologia Interactiva, mentre que l'assignatura Microbiologia I és semestral i tracta de cinc de les vuit unitats docents del web.

Atès que els estudiants als que va dirigit el web Microbiologia Interactiva no saben microbiologia, s'ha previst la utilització del web a classe per anar introduint progressivament la matèria, alhora que s'ensenyen les tècniques bàsiques de la microbiologia en el laboratori virtual. Posteriorment i a mida que el curs avança, els estudiants han d'utilitzar el web de forma autònoma com una eina d'autoaprenentatge. S'ha previst que el professor pugui activar o desactivar les diferents unitats docents del web, de manera

que l'alumne només pugui entrar als espais que interressi en funció de la programació teòrica i pràctica del curs.

Finalment, en aquesta fase, s'està avaluant l'ús del web pel professorat i pels estudiants per tal de conèixer-ne la utilitat en l'aprenentatge de la Microbiologia.

### 3. Metodologia

El web s'ha realitzat utilitzant el programari Macromedia Flash® v8. El tractament d'imatges s'ha fet amb l'Adobe Photoshop CS; l'edició de planes web, amb el Macromedia Dreamweaver® v8 i la captura de vídeos s'ha realitzat amb l'Autoscreen Recorder Free (Wisdom-soft).

## 4. Resultats

### 4.1. Introducció de la nova eina a la docència

El web *Microbiologia Interactiva* ha estat accessible durant aquest primer semestre a un total de 381 estudiants (82 de Microbiologia I i 299 de Microbiologia) i s'ha emprat en quatre grups de teoria i 2 grups de pràctiques d'aula.

La introducció de la nova eina en l'aprenentatge ha estat un clar suport per al professor a l'hora d'explicar què és un laboratori de microbiologia i quins són i com es realitzen els mètodes més bàsics de la microbiologia. De fet, l'ús del web a classe i també de forma autònoma per part de l'alumne ha facilitat enormement la realització de les primeres pràctiques de laboratori, així com la comprensió de les mateixes. Per altra banda, el professorat de les dues assignatures ha incorporat en les seves presentacions els diversos problemes que es proposen en el web per a cada tema o unitat docent, la qual cosa facilita que l'alumne assoleixi els objectius previstos, no tan sols a través d'un procediment passiu d'aprenentatge sinó també actiu, a base de la resolució dels problemes plantejats en el web.

Durant aquesta prova pilot, es varen anar detectant algunes disfuncions en el web, les quals han estat ja corregides en el web final de què actualment es disposa. A més, s'han incorporat etiquetes d'ajuda i tutorials que responen als suggeriments dels estudiants.

### 4.2. Avaluació del web

A mitjans de desembre es va realitzar una enquesta voluntària als estudiants implicats en aquesta prova pilot. L'enquesta es va realitzar a l'aula, de forma anònima, a 142 estudiants de Microbiologia i 53 de Microbiologia I, la qual cosa representa, respectivament, un 47,5 % i un 64,6 % dels estudiants matriculats. Els resultats de les dues enquestes es presenten en els materials complementaris (Enquesta\_Microbiologia 1.ppt i Enquesta\_Microbiologia.ppt). En aquests documents es pot veure que l'opi-

nió majoritària dels estudiants és que el web és una eina molt útil o necessària com a complement de les classes presencials (80 % Microbiologia i 57 % Microbiologia I). La diferència de percentatges entre els dos grups d'estudiants es deu al fet que el 26 % dels estudiants de Microbiologia I van respondre l'opció Altres a aquesta pregunta, indicant que el web era útil. Malgrat que la majoria d'estudiants considera que el web és una bona eina d'aprenentatge, només el 26 % de Microbiologia i el 23 % de Microbiologia I respon haver-lo utilitzat més de 6 vegades. La raó majoritària que indiquen força estudiants per justificar que no han emprat el web tant com voldrien és la manca de temps. També hi ha un alt grau d'acord en el fet que el web els ajuda a comprendre millor els conceptes explicats a les classes teòriques (74 % Microbiologia i 71 % Microbiologia I), de pràctiques (79 % Microbiologia i 68 % Microbiologia I) i de problemes d'aula (58 % Microbiologia I). Hi ha també un gran acord entre l'alumnat respecte que el web desenvolupat és un recurs d'autoaprenentatge i que no ha de ser utilitzat per fer avaluacions en línia (75 % Microbiologia i 81 % Microbiologia I). Els estudiants de Microbiologia (53 %) troben més intuïtiu i fàcil d'usar el web que els de Microbiologia I (42 %). El 51 % dels estudiants de Microbiologia troben que els problemes són difícils, mentre que el 40 % els considera adequats. I pel que fa als estudiants de Microbiologia I, els troben difícils un 42 % i adequats un 48 %. Gairebé un 50 % d'estudiants ha experimentat algun tipus de problema tècnic (51 % Microbiologia i 43 % Microbiologia I), mentre que el 20 % de Microbiologia i el 25 % de Microbiologia I no n'han tingut mai. En preguntar quins eren els problemes tècnics, la majoria de respostes es referien a problemes amb la xarxa i no amb el web.

Els resultats de l'enquesta també varen posar de manifest un seguit d'aspectes millorables del web, així com la necessitat de tenir ajudes com les que s'han dissenyat per a la versió definitiva.

Finalment, cal indicar que l'opinió del professorat implicat en aquesta experiència és molt positiva, ja que l'eina és atractiva per als estudiants, fàcil de fer servir, els permet aprendre activament i practicar tant com vulguin en el laboratori virtual de Microbiologia. Cal destacar l'opinió del professorat de pràctiques, ja que ha pogut constatar que l'ús del laboratori virtual previ a la realització de les pràctiques de laboratori per part de l'alumne serveix perquè assoleixi molt millor els objectius i les competències previstos en la part pràctica de l'assignatura. Això s'ha pogut comprovar en l'avaluació que s'ha dut a terme el darrer dia de pràctiques, ja que només tres dels estudiants que han cursat les pràctiques de les assignatures Microbiologia i Microbiologia I no han superat aquesta avaluació.

## 5. Conclusions

Dels resultats obtinguts en la prova pilot d'implementació del web *Microbiologia Interactiva* en l'aprenentatge de la Microbiologia es pot concloure que l'eina desenvolupada

pada és atractiva per als estudiants, que la valoren molt positivament. En la versió final del web s'han resolt les disfuncions que s'havien identificat en els primers mesos d'implementació d'aquest recurs i també s'han incorporat els elements que majoritàriament demanaven els estudiants a les enquestes, com les etiquetes explicatives d'ajuda i els tutorials.

Aquesta experiència d'aprenentatge basada en problemes, on es combinen els aspectes teòrics amb els pràctics, gràcies al disseny d'un laboratori virtual i en la simulacions de resultats d'experimentació, ha de servir de base per al desenvolupament de nous projectes adreçats a estudiants de cursos més avançats de Microbiologia. A més, aquesta experiència també pot ser útil per a l'aprenentatge d'altres matèries de les Ciències de la Vida i d'altres àmbits experimentals.

#### **Accessos d'interès**

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

#### **Paraules clau**

Web, microbiologia, problemes, laboratori virtual.

#### **Finançament**

Aquest projecte està finançat pel programa de l'AGAUR de Millora de la Qualitat Docent de les Universitats Catalanes (MQD) per a l'any 2006 (número identificador: 2006MQD00027).

#### **Materials complementaris del CD-ROM**

Demostració del web *MICROBIOLOGIA INTERACTIVA*: laboratori virtual en el qual es poden realitzar experiments.

#### **Responsable del projecte**

Montserrat Llagostera Casas  
Unitat de Microbiologia Campus  
Departament de Genètica i de Microbiologia  
Facultat de Biociències  
Universitat Autònoma de Barcelona  
[montserrat.llagostera@uab.cat](mailto:montserrat.llagostera@uab.cat)

#### **Presentació del grup de treball**

La majoria de l'equip de professors que ha participat en aquest projecte, així com la professora responsable, imparteixen docència de Microbiologia en diferents titulacions de la UAB des de fa més de vint anys. A més, aquest professorat està implicat i és el responsable de l'itinerari d'especialització en Microbiologia que ofereix la titu-

lació de Biologia de la Facultat de Biociències. Aquesta especialitat té una oferta de 112,5 crèdits optatius, dels quals la majoria correspon a continguts específics de Microbiologia i inclouen una assignatura Pràctiques a Empreses i Institucions en l'Àmbit de la Microbiologia. A més, aquest professorat també coordina i imparteix la docència del màster de Microbiologia i del doctorat de Microbiologia de la UAB, que gaudeix de la menció de qualitat des del curs 2003-2004.

#### **Membres que formen part del projecte**

Dr. Jordi Barbé García

Departament de Genètica i Microbiologia

Facultat de Biociències

Universitat Autònoma de Barcelona

jordi.barbe@uab.cat

Dra. Isabel Esteve Martínez

Departament de Genètica i Microbiologia

Facultat de Biociències

Universitat Autònoma de Barcelona

isabel.esteve@uab.cat

Dra. Núria Gaju Ricart

Departament de Genètica i Microbiologia

Facultat de Biociències

Universitat Autònoma de Barcelona

nuria.gaju@uab.cat

Dra. Marina Luquin Fernández

Departament de Genètica i Microbiologia

Facultat de Biociències

Universitat Autònoma de Barcelona

marina.luquin@uab.cat

Marc Pybus Oliveras

Departament de Genètica i Microbiologia

Facultat de Biociències

Universitat Autònoma de Barcelona

mpybuso@hotmail.com

Dr. Isidre Giber González

Departament de Genètica i Microbiologia

Facultat de Biociències



Universitat Autònoma de Barcelona  
isidre.gibert@uab.cat

Dr. Jordi Mas Gordi  
Departament de Genètica i Microbiologia  
Facultat de Biociències  
Universitat Autònoma de Barcelona  
jordi.mas@uab.cat

Dra. Olga Sánchez Martínez  
Departament de Genètica i Microbiologia  
Facultat de Biociències  
Universitat Autònoma de Barcelona  
olga.sanchez@uab.cat

Dr. Antoni Villaverde Corrales  
Departament de Genètica i Microbiologia  
Facultat de Biociències  
Universitat Autònoma de Barcelona  
antoni.villaverde@uab.cat

Dra. Esther Julian  
Departament de Genètica i Microbiologia  
Facultat de Biociències  
Universitat Autònoma de Barcelona  
esther.julian@uab.cat

Dra. María Ramos Martínez Alonso  
Departament de Genètica i Microbiologia  
Facultat de Biociències  
Universitat Autònoma de Barcelona  
maira.martinez@uab.cat

Dr. Antoni Sole Cornellà  
Departament de Genètica i Microbiologia  
Facultat de Biociències  
Universitat Autònoma de Barcelona  
antoni.sole@uab.cat

