

**ADAPTACIÓ A L'EEES DE LES ASSIGNATURES DE GENÈTICA I MILLORA  
GENÈTICA A LA LLICENCIATURA DE VETERINÀRIA**

Marcel Amills Eras  
Departament de Ciència Animal i dels Aliments  
Facultat de Veterinària.  
Universitat Autònoma de Barcelona  
[marcel.amills@uab.cat](mailto:marcel.amills@uab.cat)

Jesús Piedrafita Arilla

Departament de Ciència Animal i dels Aliments  
Facultat de Veterinària.  
Universitat Autònoma de Barcelona  
[jesus.piedrafita@uab.cat](mailto:jesus.piedrafita@uab.cat)

Anna.Tomas Sangenís  
Departament de Ciència Animal i dels Aliments  
Facultat de Veterinària.  
Universitat Autònoma de Barcelona  
[anna.tomas@uab.cat](mailto:anna.tomas@uab.cat)

Jordi Jordana Vidal  
Departament de Ciència Animal i dels Aliments  
Facultat de Veterinària.  
Universitat Autònoma de Barcelona  
[jordi.jordana@uab.cat](mailto:jordi.jordana@uab.cat)

Marta Fina Pla  
Departament de Ciència Animal i dels Aliments  
Facultat de Veterinària.  
Universitat Autònoma de Barcelona  
[marta.fina@uab.cat](mailto:marta.fina@uab.cat)

Oscar Ramírez  
Departament de Ciència Animal i dels Aliments  
Facultat de Veterinària.  
Universitat Autònoma de Barcelona  
[oscar.ramirezl@upf.edu](mailto:oscar.ramirezl@upf.edu)

## **RESUM DE L'EXPERIÈNCIA**

L'adaptació a l'EEES de les assignatures de Genètica i Millora Genètica impartides a la llicenciatura de Veterinària ha implicat l'adopció de profunds canvis en la manera d'impartir la docència i avaluar els coneixements. En primer lloc, les pràctiques d'aula d'informàtica de Genètica han deixat de ser assistencials per convertir-se en treballs d'autoaprenentatge on els estudiants han d'utilitzar determinats programaris per resoldre un seguit de qüestions plantejades pel professor amb l'ajut d'un manual de pràctiques. Igualment, s'ha elaborat un manual de pràctiques de laboratori i diverses col·leccions de problemes resolts per fomentar l'autoaprenentatge. Finalment, s'ha implementat un sistema d'avaluació continuada amb la realització de tres (Genètica) i dos (Millora Genètica) exàmens parcials de problemes. La valoració del manual de pràctiques de laboratori per part dels estudiants ha estat positiva (3,43 sobre 5), i la de les col·leccions de problemes molt positiva (4,47 sobre 5). Quant als treballs amb programaris informàtics, les qualificacions mitjanes del curs 2006-2007 han estat de 7,9 (Genètica) i 7,7 (Millora Genètica). Els parcials de problemes també han presentat qualificacions mitjanes pròximes al notable (curs 2006-2007). En definitiva, les millores introduïdes han contribuït a millorar de manera

molt significativa el rendiment acadèmic dels estudiants. Aquestes tasques docents s'han realitzat en el context del projecte de millora de la qualitat docent "Materials docents per a l'ensenyament de la Genètica i la Millora Genètica a la Llicenciatura de Veterinària" finançat per la Universitat Autònoma de Barcelona.

## **ABSTRACT**

The adaptation to the European Space of Higher Education of Genetics and Animal Breeding and Genetics, two subjects taught at the Veterinary Medicine Faculty, has involved deep changes in teaching as well as in the evaluation of the student's knowledge. First, practical work at the informatics room has been replaced by self-learning exercises where students use different types of software to solve diverse questions, with the aid of a manual prepared by the professor, aimed to evaluate their understanding and skills in this area. Moreover, a laboratory manual has been prepared together with a collection of solved problems to increase the self-learning capabilities of the students. Finally, a continuous evaluation scheme has been implemented by performing three (Genetics) and two (Animal Breeding and Genetics) partial exams. Students evaluated these teaching strategies very positively. Specifically, the laboratory manual received an evaluation of 3.43 over 5 and the collection of solved problems of 4.47 over 5. The exercises based on the use of software were, in general, well executed with average marks of 7.9 (Genetics) and 7.7 (Animal Breeding and Genetics). The marks of the partial exams were also very satisfactory. In summary, these teaching improvements have increased markedly the general performance and academic achievement of students. This work has been performed in the framework of project "Teaching materials for Genetics and Animal Breeding in the framework of Veterinary Sciences" funded by the Universitat Autònoma de Barcelona.

**PARAULES CLAU:** Genètica, Espai Europeu d'Educació Superior, Materials docents

**ÀMBIT GENERAL D'INTERÈS DE LA INNOVACIÓ** Aquest treball s'inscriu en l'àmbit del procés d'adaptació d'assignatures al nou Espai Europeu d'Educació Superior mitjançant l'implementació de noves metodologies docents i d'avaluació dels coneixements.

## **DESENVOLUPAMENT**

### **1. Objectius**

El nostre propòsit ha consistit a generar una sèrie de materials docents que facilitin l'adaptació de la Genètica i la Millora Genètica a l'EES, així com la implantació d'un sistema d'avaluació continuada. Pel que fa a les classes de problemes, s'ha pretès generar uns documents, en format electrònic, en els quals s'indiqués no només els enunciats dels problemes, sinó la seva resolució detallada i comentada per part del professor. Aquest material fomentaria l'autoaprenentatge per part dels estudiants, de manera que a les classes de problemes es podria aprofundir en aquells aspectes més difícils i realitzar exercicis d'autoavaluació. Quant a les pràctiques d'aula d'informàtica, el nostre objectiu ha consistit a elaborar un manual d'instruccions, que facilités als estudiants aprendre el funcionament del programari emprat, i un qüestionari que permetés avaluar el seu nivell de competència en l'utilització d'eines informàtiques i, sobre tot, en la generació i anàlisi de dades. En aquest sentit, cal destacar que les bases de dades genòmiques tenen una importància essencial en el camp de la genètica veterinària (Law and Archibald 2000). D'altra banda, s'ha decidit implantar un sistema d'avaluació continuada basat en la valoració dels susdits treballs i en la realització d'exàmens parcials de problemes

El nostre objectiu és que els estudiants assoleixin o potenciïn les següents competències:

1. Capacitat analítica: L'elaboració d'un document electrònic amb una colecció resolta de problemes evita que l'estudiant hagi de copiar passivament les explicacions del professor i que la seva atenció es dirigeixi exclusivament al procediment de resolució en si mateix, ja sigui assistint a les classes de dubtes o mitjançant l'autoaprenentatge.
2. Capacitat d'autoaprenentatge: l'autoaprenentatge a les classes de problemes i d'aula d'informàtica implica una gestió més eficient, per part de l'estudiant, de la informació que se li proporciona, una planificació més acurada de les activitats necessàries per resoldre els problemes i els qüestionaris de pràctiques, el desenvolupament d'habilitats de treball individual o en grup i la inferència de conceptes generals a partir de la resolució de casos particulars.
3. Competència comunicativa: la redacció d'un informe relacionat amb cadascun dels qüestionaris de pràctiques i la resolució escrita i posterior correcció de problemes a classe potencia que els estudiants hagin d'esmerçar-se en presentar els seus raonaments i conclusions d'una manera lògica, precisa i entenedora.
4. Raonament matemàtic: la resolució de problemes i l'ús de programaris de simulació afavoreix l'adquisició d'habilitats en la realització de càlculs numèrics i en la interpretació gràfica de dades numèriques.
5. Utilització de tecnologies de la informació: implica la familiarització amb programaris i bases de dades relacionades amb la genètica de les espècies domèstiques, l'extracció eficient de la informació continguda en aquestes bases de dades i l'inferència de conceptes biològics o tecnològics a partir de la mateixa.

## **2. Descripció del treball**

Aquest treball neix de la necessitat d'adaptar les assignatures de Genètica i Millora Genètica, que s'imparteixen als cursos 2n i 3r de la llicenciatura de Veterinària (respectivament), al procés de convergència europeu de Bolònia. Les dates previstes d'introducció de la metodologia docent associada al procés de Bolònia a les assignatures de Genètica i Millora Genètica es situa en els cursos 2005-2006 i 2006-2007 (respectivament), amb un període d'adaptació d'almenys 2-3 anys. Actualment, l'ensenyament de la resolució de problemes a ambdues assignatures es realitza emprant el mètode de la lliçó magistral, en la que el professor resol i explica els problemes a la pissarra mentre els estudiants prenen apunts. Aquesta metodologia afavoreix una actitud molt passiva per part dels estudiants, de manera que es limiten a copiar les explicacions del professor sense analitzar els conceptes teòrico-pràctics involucrats en la resolució del problema. Pel que fa a les pràctiques d'aula d'informàtica, i d'acord a la nostra experiència docent, la situació és molt similar. Els estudiants segueixen les indicacions del professor sense arribar a comprendre la finalitat última del procés d'aprenentatge en el qual es troben immersos.

S'ha elaborat una sèrie de materials docents que facilitin la capacitat d'autoaprenentatge dels estudiants i augmentin la seva autonomia. Igualment, s'ha implantat un sistema d'avaluació continuada que permet monitoritzar de forma més precisa el rendiment acadèmic dels estudiants

### 3. METODOLOGIA

Les accions que s'han dut a terme per aconseguir els objectius d'aquest treball són les següents

#### 3.1. Elaboració de materials docents:

1. Elaboració de manuals i qüestionaris en format electrònic de les pràctiques d'aula d'informàtica de les assignatures troncales de Genètica i Millora Genètica:

S'ha elaborat una sèrie de manuals que permeten als estudiants familiaritzar-se amb els programaris i les bases de dades informatitzades a partir de les quals respondran el qüestionari de pràctiques. Concretament, s'ha elaborat manuals i qüestionaris per les següents pràctiques:

Genètica (2n curs)

- 1.1. Recursos veterinaris a Internet.
- 1.2. Mapes genètics en espècies domèstiques.
- 1.3. Genètica de Poblacions.

Millora Genètica (3r curs):

- 1.4. Estimació de paràmetres genètics.
- 1.5. Anàlisi matricial.
- 1.6. Resolució d'un model animal.
- 1.7. Predicció de la resposta a la selecció (Genup)

Els qüestionaris consten d'unes 10-15 preguntes (a criteri del professor) que els estudiants han de resoldre de forma autònoma i entregar en un termini de temps establert en el programa de l'assignatura.

2. Elaboració d'un manual i un qüestionari per les pràctiques de biologia molecular de l'assignatura de Genètica:

Al començar les pràctiques de laboratori centrades en l'aprenentatge de tècniques de biologia molecular s'entrega un manual als estudiants on es descriu amb detall:

- L'objectiu de les pràctiques.
- Les tècniques i metodologies emprades.
- L'adopció de normes de seguretat que evitin els riscos inherents al treball de laboratori

Al final de les pràctiques, s'entrega un qüestionari de 10-15 preguntes que els estudiants han de resoldre en un termini de temps establert.

3. Elaboració de col·leccions de problemes resolts en format electrònic per les assignatures de Genètica i Millora Genètica:

S'ha confeït una col·lecció representativa de problemes resolts i referits a les matèries que a continuació s'indiquen:

Genètica (2<sup>n</sup> curs):

- 3.1. Genètica Mendeliana.
- 3.2. Mapes de lligament.
- 3.3. Genètica molecular
- 3.4. Genètica de poblacions

- Millora Genètica (3<sup>r</sup> curs)  
3.5. Paràmetres genètics.  
3.6. Construcció d'índexs.  
3.7. Resposta a la selecció

### **3.2. Avaluació continuada**

Tant a l'assignatura de Genètica com a Millora Genètica s'ha implantat un sistema d'avaluació basat en la realització d'exàmens parcials de problemes. La durada d'aquests exàmens acostuma a ser de 1.5 hores i impliquen la resolució de dos problemes similars als plantejats a classe. La nota obtinguda en aquests parcials serveix per alliberar matèria a l'examen de juny i la seva realització és voluntària. En un plaç de 1-2 setmanes es corregeixen per a que l'estudiant tingui constància del seu rendiment acadèmic.

## **4. RESULTATS**

S'ha elaborat un conjunt de materials docents relacionats amb la resolució de problemes (manuais de problemes resolts) i la realització d'un guió de pràctiques de laboratori (guió de pràctiques). Els manuais de problemes resolts ofereixen una mostra força àmplia de diferents tipus de problemes i enfoc pels resoldre'ls. El manual de pràctiques de laboratori inclou explicacions detallades de les diferents tècniques emprades a les pràctiques (extracció d'àcids nucleics, electroforesi, PCR etz.) i un plegat d'exercicis que ajuden a l'estudiant a reflexionar sobre els conceptes treballats a les pràctiques. A l'assignatura de Genètica de segon curs de Veterinària s'ha realitzat una enquesta per conèixer la valoració dels estudiants envers aquestes millores docents. En general, les pràctiques de laboratori estan ben valorades i es considera que el temps dedicat a realitzar-les és adequat. Igualment, el guió de pràctiques rep una qualificació pròxima al notable i la realització d'un exercici pràctic es considera útil per aprendre la matèria. D'altra banda, els estudiants consideren que les explicacions teòriques són potser massa exhaustives, motiu pel qual possiblement caldria reduir-les

Taula 1. Enquesta per valorar l'impacte de l'elaboració d'un guió de pràctiques (assignatura de Genètica)

Pregunta	Valoració (0-5)
1. Quina valoració global et mereixen les pràctiques de laboratori (0: molt negativa, 5: molt positiva)?	3,28
2. Les pràctiques són útils per comprendre determinats conceptes tècnics relacionats amb l'assignatura (0: molt en desacord, 5: molt d'acord)	3,37
3. El temps dedicat a la pràctica és adequat (0: molt insuficient, 5: massa excessiu)	3,72
4. El guió de pràctiques és adequat per seguir la pràctica (0: molt en desacord, 5: molt d'acord)	3,43
5. La realització d'un exercici (qüestionari de pràctiques) ajuda a comprendre el principi de la PCR-RFLP (0: molt en desacord, 5: molt d'acord)	3,97
6. Les explicacions teòriques rebudes a la pràctica són adequades (0: molt insuficients, 5: massa excessives)	3,81
7. L'evolució de la pràctica és dinàmica (0: molt en desacord, 5: molt d'acord)	3,23
8. La pràctica m'ha servit per aprendre de manera efectiva noves tècniques de diagnòstic i anàlisi molecular (0: molt en desacord, 5: molt d'acord)	3,73
9. Els professors de pràctiques han resolt de manera satisfactòria els meus dubtes (0: molt en desacord, 5: molt d'acord)	3,71
10. La temàtica de les pràctiques resulta adequada en el context d'una llicenciatura de Veterinària (0: molt en desacord, 5: molt d'acord)	3,96

Taula 1. Enquesta per valorar l'impacte de l'elaboració d'un guió de pràctiques (assignatura de Genètica)

El manual de problemes resolts ha obtingut una qualificació molt elevada (4,47 sobre 5, veure Taula 2). Aquests materials han estat molt útils per aprendre a resoldre problemes i les explicacions han resultat entenedores, probablement degut a que els manuals inclouen esquemes i explicacions detallades. Malauradament, els manuals no han augmentat de forma significativa la capacitat d'autoaprenentatge dels estudiants, que encara depenen excessivament de les explicacions dels professors. Aquest aspecte és molt crític ja que la manera més efectiva d'aprendre a resoldre problemes consisteix precisament en intentar-ho de forma autònoma, emprant i processant els coneixements apresos a classes de teoria (Lochhead i Whimbey 1999)

Taula 2. Enquesta per valorar l'impacte de l'elaboració de manuals de problemes resolts (assignatura de Genètica)

Pregunta	Valoració (0-5)
1. El manual de problemes resolts de lligament i molecular m'ha ajudat a estudiar aquesta part de l'assignatura (0: molt en desacord, 5: molt d'acord)	4,47
2. L'utilització del manual de problemes resolts m'ha permès estudiar l'assignatura d'una forma més autònoma, disminuint la necessitat d'assistir a classe i consultar dubtes (0: molt en desacord, 5: molt d'acord)	3,39
3. Les explicacions del manual m'han semblat entenedores (0: molt en desacord, 5: molt d'acord)	4,21

Finalment, s'ha valorat la realització de treballs relacionats amb la utilització de programaris informàtics (Taula 3). Aquesta innovació docent, substitutiva de les pràctiques d'aula d'informàtica assistencials, no ha estat ben valorada. En general els estudiants no comprenen la finalitat dels treballs ni creuen que sigui una bona eina per valorar el seu rendiment acadèmic. Paradoxalment, les qualificacions obtingudes són elevades (Figura 1). Possiblement caldria reconsiderar la realització d'aquests treballs, per exemple substituint-los per exposicions orals de temes relacionats amb malalties genètiques, camp que en general suscita més interès entre els estudiants.

Taula 3. Enquesta per valorar l'impacte de la realització de treballs de bioinformàtica (assignatura de Genètica)

Pregunta	Valoració (0-5)
1. Els treballs m'han semblat útils per ampliar coneixements i aprendre l'utilització de bases de dades i programes bioinformàtics (0: molt en desacord, 5: molt d'acord)	1,95
2. Els treballs em semblen una eina útil per valorar el rendiment acadèmic dels estudiants (0: molt en desacord, 5: molt d'acord)	1,72
2. El nivell de les preguntes realitzades m'ha semblat asequible (0: massa fàcils, 5: excessivament difícils)	3,27
3. Amb l'informació proporcionada pels professors (verbal o escrita) he pogut obtenir les dades necessàries per realitzar els treballs sense excessius problemes (0: molt en desacord, 5: molt d'acord)	2,09
4. El tamany dels grups (3-5 persones) em sembla adequat (0: molt insuficient, 5: molt excessiu)	3,46

Finalment, cal comentar que s'ha implantat un model d'avaluació continuada pel que fa a les classes de problemes, consistent en realitzar exàmens parcials (tres en el cas de Genètica, dos en el de la Millora Genètica). Aquesta experiència ha estat molt satisfactòria ja que s'ha incrementat de manera molt marcada el rendiment acadèmic dels estudiants. A la Figura 2 poden observar-se les qualificacions mitjanes obtingudes a Genètica (curs 2008) i que són bastant representatives de la situació general. En general, aquestes qualificacions es situen entre 6 i 7, i el nivell d'assistència als exàmens és molt elevat (més d'un 80%). Això ha fet que millorin de manera molt marcada tant l'índex d'alumnes presentats als exàmens como el d'aprovat

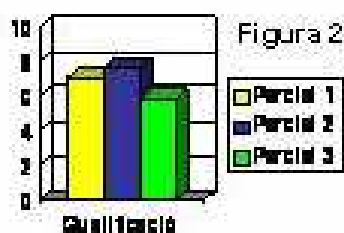
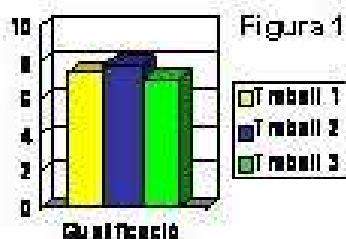


Figura 1. Qualificacions obtingudes als treballs d'informàtica (assignatura de Genètica, llic. de Veterinària).

Figura 2. Qualificacions obtingues als parcials de problemes (assignatura de Genètica, llic. de Veterinària).

Un aspecte fonamental ha estat el fet de decidir que aquests parcials alliberin matèria, de manera que l'estudiant pot decidir si realitzar-los o examinar-se al final del curs. Igualment, ha estat beneficiós el fet de que en cas de suspendre algun parcial l'estudiant afectat es pugui presentar als exàmens finals de juny i/o setembre. Això disminueix de forma important la pressió sobre l'estudiant i, simultàniament,

millora la seva actitud i rendiment.

## **CONCLUSIONS**

1. La realització d'una avaluació continuada, mitjançant la realització de treballs i exàmens parcials de problemes ha permès millorar molt el rendiment acadèmic dels estudiants.
2. Els materials docents elaborats (manuais de problemes i guió+qüestionari de pràctiques de laboratori) han estat ben valorats pels estudiants de Genètica, que els consideren eines útils per aprendre l'assignatura. Cal replantejar, en canvi, els treballs de bioinformàtica de l'assignatura de Genètica ja que els estudiants els valoren negativament.

## **REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES**

Gené J, Merkoci A. 2005. El aprendizaje basado en problemas y la evaluación continuada: herramientas metodológicas para la enseñanza de la química. Jornadas sobre la enseñanza de la Química (Palma de Mallorca, 14-16 de octubre de 2005).

Law AS, Archibald AL. 2000. Farm animal genome databases. Briefings in Bioinformatics 1:151-160.

Lochhead J, Whimbey A. 1999. Problem Solving and Comprehension. Lawrence Erlbaum Associates

**ENLLAÇOS D'INTERÈS** (si n'hi ha)

<http://www.veterinariavirtual.uab.es/>