

Disseny de noves pràctiques d'Anàlisi Genètica. Integració entre treball experimental de laboratori i bioinformàtic.

INFORME FINAL

1) DADES DEL PROJECTE

Títol del projecte: Disseny de noves pràctiques d'Anàlisi Genètica. Integració entre treball experimental de laboratori i bioinformàtic.

Codi del projecte: 2015PID-UB/010

Nom i Cognoms del responsable: FRANCISCO MESTRES NAVAL

Investigadors: Teresa Adell, Sofia Araujo, Joan Balanyà, Montserrat Papaceit, Marta Pascual, Marta Riutort, Rafael Romero i Carme Segarra.

2) RESUM I DESCRIPTORS

2.1. Resum

Les pràctiques de l'assignatura Genètica: Anàlisi genètica, comunes als graus de Biologia, Bioquímica, Biotecnologia i Ciències biomèdiques, necessitaven una millora substancial. S'havien posat en marxa quan van començar a impartir-se els nous graus en la nostra universitat, i era evident pel col·lectiu de professors de la matèria que calia actualitzar-les i millorar-les. El nostre objectiu principal era posar a punt noves pràctiques que permetessin als alumnes ser competents en l'àmbit de l'anàlisi genètica i d'integrar els experiments al laboratori amb la recerca d'informació a les bases de dades informàtiques especialitzades. Aquest perfil doble, laboratori i informàtica, és molt valorat actualment en el mercat laboral. En la realització del projecte hem posat a punt tres pràctiques noves i una d'elles l'hem introduït en el curs lectiu 15-16. El salt de qualitat docent ha estat important i reconegut tant en la nostra auto-avaluació com a equip de professor com pels estudiants. En aquest darrer cas hem avaluat el seu nivell de satisfacció amb enquestes i entrevistes. La pràctica nova ha funcionat molt bé, però cal millorar la integració de calendari entre sessions de laboratori i orinador, així com amb les classes de teoria. Hem fet difusió de la nostra experiència docent (congrés EDULEARN16) i pensem també compartir-la amb d'altres docents universitaris, nacionals i estrangers, mitjançant noves publicacions.

2.2. Descriptors

Línies d'innovació: Metodologies actives per l'aprenentatge, Aprenentatge professionalitzador, Aprenentatge col·laboratiu, LMS (Moodle), Competències transversals, Avaluació

Paraules clau: Integració laboratori-ordinador, encreuaments genètics, *Drosophila melanogaster*, bases de dades informàtiques, mutacions.

3) MANCANCES DETECTADES

- *Quines són les característiques específiques del context d'aplicació?*

Per preparar una pràctica nova, el primer és planificar-la i realitzar-la a nivell del grup de professors. Aquest nivell s'ha assolit respecte a les tres pràctiques que volíem posar a punt utilitzant l'organisme model en Genètica, *Drosophila melanogaster*: A) pràctica de localització i identificació de la mutació *suö* (*sense ulls*, és a dir, ulls dràsticament reduïts), B) pràctica de les relacions de lligament entre tres mutacions del cromosoma X de l'espècie (*miniature*, ales reduïdes; *singed*, quetes socarrimades i *white*, ulls blancs), C) pràctica de demostració que mutants diferents poden donar el mateix fenotip i que pot haver interacció gènica (utilització dels mutants *white*, ulls blancs; *scarlet*, ulls vermell brillants i *brown*, ulls de color marró clar). Aquest primer nivell va assolir-se per a les tres pràctiques proposades. A més a més, pel cas de la pràctica (A), un cop preparada es va realitzar amb els alumnes durant el segon semestre del curs 15-16. En aquest nivell la qüestió logística (setmanes de pràctiques i medi de cultiu necessari) es va aconseguir ajustar, tot i que hem detectat aspectes clarament millorables, com alguna sessió bioinformàtica i de discussió dels resultats. També cal dir que s'ha de millorar la connexió entre conceptes genètics introduïts en les classes de teoria i les de pràctiques. Tot el que comentarem en l'informe final està referit a la pràctica (A) ja que és la que hem implementat aquest curs (15-16), encara que també és cert que les altres dues (B i C) les tenim preparades per si alguna vegada pensem que són necessàries o disposem de més hores de pràctiques.

- *Quins problemes es van detectar inicialment?*

La logística era complexa atès el poc temps (poques setmanes) per realitzar les pràctiques de l'assignatura. Ajustar el pressupost de pràctiques respecte a la quantitat de medi de cultiu era també un repte important, però es va calcular correctament. Penso que l'equip docent va superar aquests problemes molt satisfactoriament, tot i que ja tenim previst modificar una mica el calendari de pràctiques per millorar alguns punts.

Van haver-hi problemes tècnics, com el fet que alguna soca de mosques mutants procedents dels Estats Units arribés morta. Aquest fet es va poder superar repetint la comanda. Una altra dificultat fou que la soca *eyegone* no existia com a tal en el

repositori de soques *Bloomington Drosophila Stock Center* (Indiana, USA). La vam haver d'aïllar a partir d'una construcció genètica preexistent. Amb dues generacions d'encreuaments adequats vam poder constituir la soca *eyegone*.

- *Com i quan s'ha considerat la necessitat de portar a terme l'actuació docent innovadora?*

Pensem que ara és fa una veritable i completa pràctica d'anàlisi genètica (el títol de l'assignatura). L'alumne pot assolir l'estat de ser competent en la realització d'aquesta mena d'estudis i ara és capaç de dur-los a terme exitosament. Feia temps, tal i com vam presentar en la memòria de sol·licitud del projecte, que érem conscients que les pràctiques de genètica podrien ser millors i més completes. L'equip docent pensa que ara hem assolit el nivell desitjat, tot i que sempre es poden, i calen, introduir més millores. Els alumnes han rebut molt bé aquesta millora docent innovadora.

4) OBJECTIUS

- *En quin aspecte de la docència o aprenentatge s'ha incidit?*

Ara podem dir que l'alumne que realitza correctament la pràctica assoleix l'estat de ser competent en l'anàlisi genètica. Aquest punt és molt important, ja que això vol dir que ha de ser capaç d'enfrontar un problema real de genètica i preparar un protocol d'actuació experimental per tal de resoldre'l. En aquest sentit la nova pràctica té també un sentit professionalitzador. També és important destacar la valoració que existeix en el món laboral actual de trobar persones que siguin competents en l'àmbit experimental i bioinformàtic. La nostra nova pràctica és un primer pas en aquesta direcció.

També es treballen competències més concretes, com per exemple: ser capaç d'adquirir nous coneixements, aplicació del mètode científic, treball en grups, utilització de bases de dades informàtiques per cercar informació, anàlisi de resultats, capacitat analítica per interpretar els resultats i extreure'n la informació, utilització de l'anglès com a llengua vehicular en ciència i d'altres.

- *Quins han sigut els objectius generals? i els específics?*

L'objectiu general era posar a punt tres noves pràctiques per l'assignatura d'Genètica: Anàlisi genètica. Aquest objectiu s'ha assolit i fins i tot s'ha anat més enllà realitzant en aquest curs (15-16) una d'elles en la totalitat de grups de pràctiques de tots els graus implicats (Biologia, Bioquímica, Biotecnologia i Ciències Biomèdiques).

Els objectius específics eren integrar les sessions de laboratori amb d'altres d'ordinador de manera que l'alumne fos capaç de realitzar un primer nivell de bioinformàtica aplicada. Com acabem de comentar, aquest perfil de persona competent en les tasques pròpies del laboratori experimental i de bioinformàtica és molt valorat en el mercat

laboral actual. Per tant estem convençuts que és fonamental que els nostres futurs egressats l'assoleixin.

Existien altres objectius concrets ja esmentats prèviament com ara el treball en equip, la recerca autònoma d'informació, etc.

- *En termes generals, quina/es estratègies s'han portat a terme per incidir sobre les mancances detectades?*

El que hem fet com a equip docent és realitzar una reflexió conjunta sobre el que és millorable i buscar les vies per poder dur a terme aquesta millora. Per exemple, pel curs vinent (16-17) hem ajustat el calendari per tal que les sessions d'ordinador quedessin més ben situades per integrar millor la tasca experimental de les pràctiques de laboratori amb les sessions d'ordinador i amb els conceptes bàsics impartits a les classes de teoria.

5) DESENVOLUPAMENT DE L'ACTUACIÓ

- *Quines activitats s'han portat a terme per tal d'assolir els objectius?*

Primer de tot s'han dissenyat les noves pràctiques. Això no és senzill doncs cal planificar bé els experiments i conjuntar-los amb la recerca de la informació a la base de dades corresponent (FlyBase: <http://flybase.org/>). Calia fer un estudi econòmic de manera que no es desaparessin les despeses amb la nova pràctica. També va ser necessari provar experimentalment en els nostres laboratoris de recerca que els encreuaments genètics funcionaven perfectament. Vam trobar alguna sorpresa, com que el cromosoma balancejador portava també el marcador recessiu *ebony* (color de cos negre). També que la soca *eyegone* com a tal no existia, sinó que es trobava dins d'una construcció genètica. Van caler dues generacions d'un patró d'encreuaments que van dissenyar per tal de tenir la soca pura *eyegone*. També vam comprovar que en cas de l'encreuament de la pseudodominància la descendència obtinguda no era exactament 1/2 i 1/2, sinó que variava en funció de la viabilitat de cada tipus de descendència. Això va ser fonamental en l'elecció de la selecció adequada per utilitzar-la en els encreuaments de pseudodominància.

Un cop preparat tot això, es va posar en marxa al gener el creixement massiu de les soques per realitzar les pràctiques a partir de finals de febrer. Ja s'ha comentat que es va realitzar la pràctica (A), ja que permet dur a terme una anàlisi genètica molt completa.

- *Ha calgut modificar alguns dels objectius inicials? Quins i per què?*

De fet no ha calgut. S'han assolit els objectius previstos.

- *Com s'han desenvolupat les activitats previstes pel que fa a temps, fases proposades, etc.?*

El cronograma previst s'ha ajustat en funció de les tasques docents i de recerca dels membres que formem l'equip del projecte. La veritat és que vam prioritzar la pràctica (A) de forma que es pogués fer amb els alumnes aquest mateix curs (15-16). Els professors que formem part del projecte pensàvem que valia la pena aquesta priorització, ja que ara ja hem fet la prova de foc. Ha funcionat molt bé amb els estudiants i som conscients dels petits ajustos de planificació, principalment de calendari, que caldrà realitzar pel curs que ve.

- Quins recursos, programes, qüestionaris, instruccions, materials o altres s'han utilitzat per a l'aplicació del projecte?

Com la pràctica (A) era nova, hem hagut de refer el manual de pràctiques, que sempre deixem dipositat al Campus Virtual per tal que els alumnes el puguin descarregar. Aquest ajust no era únicament dels protocols experimentals, d'ús de l'ordinador i d'accés a la base de dades, sinó que també hem preparat les corresponents qüestions per a la reflexió per tal que els alumnes les treballin. Mentre alguns professors preparaven el nou manual, altres van confeccionar presentacions noves (*Power Point*) amb la informació rellevant de la nova pràctica. Aquest material s'ha demostrat clau per la sessió final de discussió i anàlisi integrat de tots els resultats dels grups de treball constituït pels alumnes. També es va posar a punt material addicional per al professor, de manera que tingués més informació al seu abast respecte als mutants, soques, etc. que es van fer servir al llarg dels dies de pràctiques.

- S'han produït canvis o adaptacions pel que fa a l'organització, plantejament, materials utilitzats o actuacions inicialment previstes? Quins i per què?

Els petits canvis ja s'han comentat prèviament. Han estat qüestions de detall i s'han solucionat de manera positiva. El que va ser fonamental en la pràctica (A) va ser distribuir molt bé les tasques en equips de treball de 4 estudiants. En un grup de pràctiques hi ha 24 alumnes, la qual cosa feia possible el tenir 6 equips de treball. El treball en equip i integrar la informació ha estat un valor afegit a la nostra experiència docent. La logística de calendari i de material ha estat molt satisfactòria: tota la feina es pot fer en les setmanes que es tenen assignades i no hi ha hagut un increment en les despeses de material destinats a la realització de les pràctiques.

- Quins problemes han aparegut durant el procés? Com s'han solucionat?

Una dificultat era que alguns conceptes de teoria no havien estat encara explicats quan es realitzava alguna sessió de pràctiques. Aquest problema es va superar fent que el professor de pràctiques fes un petit avanç d'aquests conceptes. Al final de pràctiques (quan els conceptes ja s'havien vist a teoria) es feia un reforç d'aquests conceptes en la sessió de discussió dels resultats. La opinió dels alumnes és que no ha estat un problema greu. Amb la nova distribució de les setmanes pel curs que ve (16-17) esperem millorar aquest punt.

- En el cas de disposar-ne, com s'ha gestionat el finançament i a quins àmbits o recursos s'ha destinat?

Ens hem ajustat al pressupost que se'ns va concedir (Bibliografia: 400 euros i Mostres laboratori: 211 euros). Els llibres finalment van costar 329.96 euros (tres exemplars del llibre Chyb, S. and Gompel, N. 2013. "Atlas of *Drosophila* morphology" Academic Press, London UK). Es van estalviar diners de la tramesa al demanar els llibres a Amazon UK. La quantitat estalviada (70.04 euros) es va afegir a la partida per pagar el medi de cultiu per mantenir els *stocks* de *Drosophila melanogaster* necessaris pels encreuaments de posada a punt de les noves pràctiques descrites en el projecte. Com que el projecte estava constituït per nou professors vam assignar un exemplar per cada grup de tres. Aquest llibre ens va ser molt útil preparar les noves presentacions en *Power Point* per a la nova pràctica (A) que vam posar en marxa aquest mateix curs (15-16). Tota la resta la vam dedicar a l'adquisició i tramesa de soques mutants des del *Bloomington Drosophila Stock Center* (Indiana, USA) i a pagar el medi de cultiu per realitzar els encreuaments de prova amb les diferents soques de *Drosophila*. Val a dir que algunes línies mutants van arribar mortes degut al fred i va caler demanar-les de nou als Estats Units.

6) AVALUACIÓ, RESULTATS I INTERPRETACIÓ

6.1. Avaluació

- Quins indicadors d'avaluació s'han escollit?

Hem valorat els paràmetres següents: quants estudiants nostres havien treballat amb *Drosophila* a Secundària (ESO o Batxillerat), interès del contingut, domini del tema per part del professor, claredat en l'exposició, material de suport (presentacions en *Power Point*, vídeos, manual de pràctiques, etc.), valoració general de les pràctiques amb *Drosophila*, valoració de la localització de *su* (encreuament $e\ su \times vg$), valoració de la identificació del mutant *su* (encreuament $e\ su \times Del$ o $e\ su \times su2$) i valoració de les pràctiques amb ordinador (FlyBase loci candidats).

També vam voler que els alumnes ens diguessin per escrit (de manera voluntària i anònima) els punts forts i febles de la pràctica nova (que en el present projecte docent és la pràctica (A)), si tenien propostes de millora o altres comentaris.

- Quin/s han sigut els instruments d'avaluació que s'han utilitzat?

Vam preparar una enquesta amb aquest punts i un escalat del grau de satisfacció, de manera que 1 era poc satisfet i 5 molt satisfet.

També van realitzar enquestes a alguns estudiants per tal de saber la seva opinió directa.

- *Quin ha estat el procediment per a la recollida de dades?*

Per la realització de l'enquesta vam escollir alguns grups de pràctiques que pertanyessin a graus diferents. Cal recordar que la nostra assignatura "Genètica: Anàlisi genètica" s'imparteix en quatre graus diferents i que es realitzen exactament les mateixes pràctiques.

Els professors implicats amb aquest projecte vam entrevistar a alguns alumnes per tal de tenir una opinió més directa, que no pas un escalat de valoració sobre un ítem prefixats en una enquesta.

- *L'enfocament de l'avaluació escollit ha sigut el més encertat per evidenciar els resultats tenint en compte la seva relació amb els objectius de la proposta?*

Pensem que sí, ja que les dues maneres d'enfocar l'avaluació ens han proporcionat informació molt valuosa. Prova de la bondat d'aquestes aproximacions és que els alumnes han detectat algunes mancances que nosaltres ja havien predit també (dificultats a l'hora de compaginar explicacions de teoria i pràctiques, alguna sessió de FlyBase quedava no del tot ben ubicada, etc.).

6.2. Resultats i interpretació

- *Quins han sigut els resultats quantitius i qualitius obtinguts?*

A continuació presentem els resultats de l'enquesta, és a dir, els resultats de caire quantitiu.

ENQUESTA PRÀCTIQUES DE GENÈTICA 2015-2016

Condicions de l'enquesta:

Enquesta realitzada amb 55 alumnes de diferents grups de pràctiques i graus.

Per una millor interpretació dels resultats, aquests es mostren en una escala de 0 (gens satisfet) a 10 (molt satisfet).

Han utilitzat <i>Drosophila</i> a secundària	12,7%
Interès del contingut	8,85
Domini del tema per part del professor	9,81
Claredat en l'exposició	8,63
Material de suport (presentacions en <i>Power point</i> , vídeos, manual de pràctiques, etc.)	7,96

Valoració general de les pràctiques amb <i>Drosophila</i>	8,56
Valoració de la localització de <i>su</i> (encreuament <i>esu</i> x <i>vg</i>)	8,11
Valoració de la identificació del mutant <i>su</i> (encreuament <i>esu</i> x <i>Del</i> o <i>esu</i> x <i>su2</i>)	8,0
Valoració de les pràctiques amb ordinador (Problema CGS)	7,41
Valoració de les pràctiques amb ordinador (<i>FlyBase</i> loci candidats)	6,11
Valoració global de les pràctiques	8,52

Podem extreure algunes conclusions rellevants. Per exemple, pocs estudiants han utilitzat prèviament *Drosophila*. És molt important destacar que tots els ítems tenen una puntuació alta. Enguany la pràctica de FlyBase quedava molt mal ubicada per la Setmana Santa i això ho han notat els alumnes, és per aquesta raó que la puntuació és la més baixa de totes (és la única per sota de 7, però obté un aprovat molt clar). Finalment destacar també que la valoració global de les pràctiques és molt bona: 8,52

Els comentaris dels alumnes obtinguts de les entrevistes són molt positius. Destaquen l'interès i utilitat de realitzar un experiment complet de veritable anàlisi genètica (el títol de l'assignatura): a partir del fenotip d'un mutant, arriben a saber exactament de quin gen es tracta.

- *Hi ha hagut una correspondència entre els resultats obtinguts i els objectius plantejats?*

Vist els resultats de l'opinió de l'alumnat i l'auto-reflexió dels docents implicats en el projecte pensem que s'han assolit de manera molt satisfactòria els objectius plantejats. Considerem que era important donar un nou impuls a les pràctiques i aquest s'ha aconseguit. Tant el professorat com els alumnes estem molt satisfets. De totes formes, el curs que ve pretenem millorar el calendari i la conjunció entre laboratori i ordinador. La bona adequació del calendari de teoria amb el de pràctiques també és un repte pendent i que cal millorar.

- *S'han registrat millores en els resultats? I al procés d'aprenentatge? S'ha generat un tipus d'ajuda/intervenció docent més encertada per les necessitats dels alumnes?*

El curs passat (14-15) van fer una enquesta per saber quina era l'opinió de l'alumnat abans de fer cap actuació de millora i innovació docent. Això ens permet ara fer una comparació i veure si hem millorat els indicadors. El resultat més destacat és que en alguns ítems milloren una mica les puntuacions. De totes formes, caldrà repetir l'enquesta en els propers cursos, quan s'hagi ajustat del tot el calendari de les pràctiques

i aconseguir una millor compenetració entre teoria i pràctiques. Aquest és el principal repte de futur.

On es nota més la incidència sobre l'aprenentatge és a nivell de les entrevistes i les preguntes obertes de l'enquesta, ja que els alumnes poden expressar les seves idees sense la constricció d'unes preguntes molt determinades que formen part d'una enquesta. Volem destacar els següents comentaris:

• Poder fer tu mateix els encreuaments de *Drosophila* i observar els teus resultats és molt satisfactori.

• Crec que les pràctiques són molt interessants i ajuden a consolidar i veure la teoria portada a la pràctica.

• Les pràctiques estan ben muntades i són interessants.

• Bon enfoc de les pràctiques; bona explicació dels procediments.

• Les pràctiques de laboratori són molt interessants i dinàmiques.

• La manipulació de *Drosophila* i poder aplicar els conceptes de classe les fa molt interessants.

7) VALORACIÓ DE L'EXPERIÈNCIA

- Els resultats obtinguts fan viable l'aplicació del nou plantejament docent? En cas contrari, quines modificacions caldria aplicar?

És evident que la nova pràctica (A) ha resultat un èxit quan s'ha realitzat amb els alumnes. Els resultats així semblen indicar-ho. De totes maneres encara hi ha punts on cal realitzar millores. En som conscients i tenim previst aplicar-les el proper curs (16-17).

- S'ha fet o es preveu fer difusió dels resultats obtinguts (articles, congressos, publicacions...)?

Sí, hem presentat un pòster al congrés internacional d'educació EDULEARN16 celebrat els dies 4 al 6 de juliol d'aquest any. Molts docents es van mostrar interessants en la nostra experiència educativa. El treball en grup i la integració laboratori-ordinador són punts forts del nostre projecte. També vam tenir l'oportunitat de redactar un capítol del llibre de *Proceedings* del mateix congrés (amb una extensió de sis pàgines), on vam poder explicar amb detall el plantejament i l'experiència docent de la nostra nova pràctica. També hem publicat (ens acaben d'acceptar el manuscrit) la descripció de la soca *esu* a la revista *Drosophila Information Service*, que com el seu nom indica està especialitzada en la difusió dels nous coneixements en aquesta espècie model. En

concret la nostra aportació apareixerà a la secció *Teaching Notes*. Finalment, ens estem plantejant també realitzar alguna publicació en l'àmbit més especialitzat de la Genètica, de manera que la nostra pràctica pugui ser coneguda i potser aplicada en alguna altra universitat.

Paral·lelament pensem enviar directament, i alguns casos ja ho hem fet, aquesta informació a centres docents universitaris del nostre país i internacionals per tal que si els interessa puguin realitzar també la nostra pràctica. Si interessés, actualment estem en disposició de poder trametre les soques necessàries de *Drosophila melanogaster*. També es pot enviar el manual de pràctiques, que es troba dipositat al Campus Virtual de l'assignatura, a qualsevol docent universitari que estigui interessat.

- *Com es valora l'experiència per part dels implicats (professor i alumnat)? Quin és el grau de satisfacció?*

L'equip de professors estem molt satisfets. Hem fet un pas endavant important fent realitat el projecte, de manera que es fa un estudi complert d'un fenotip mutant. Amb procediments d'anàlisi genètica els estudiants són capaços d'identificar en quin cromosoma es troba el mutant, a quina regió cromosòmica i finalment de quin gen concret es tracta. La integració entre laboratori i ordinador és clau en l'estudi dels gens candidats, en entendre el paper de les delecions (pseudodominància) i de les construccions cromosòmiques que presenten els balancejadors.

El grau de satisfacció dels estudiants és gran, tal i com assenyalen els diferents indicadors que hem utilitzat.

8) REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

Chyb, S. and Gompel, N. 2013. *Atlas of Drosophila morphology* Academic Press, London UK.

Lindsley, D.L. and Zimm, G.G. 1992. *The genome of Drosophila melanogaster*. Academic Press, San Diego.

Mestres, F., Adell, T., Araujo, S., Balanyà, J., Papaceit, M., Pascual, M., Riutort, M., Romero, R. and Segarra, C. 2016. *A complete genetic analysis at university level: integration between laboratory and computer approaches* del llibre *EDULEARN16 Proceedings*. Edited by IATED (International Academy of Technology, Education and Development), València. ISBN 978-84-608-8860-4. Dep. Legal: V-1421-2016. Pp. 6418-6423.

Mestres, F., Adell, T., Araujo, S., Balanyà, J., Papaceit, M., Pascula, M., Riutort, M., Romero, R. and Segarra, C. 2016. "Description of a double mutant strain of *Drosophila melanogaster* useful for genetic laboratory courses". *Drosophila Information Service* 99: (in press).

Pàgines web:

<http://flybase.org/>

<http://flystocks.bio.indiana.edu/>