

# **Informe final del projecte “Aprentatge basat en casos de l’entorn professional: estimació i determinació de propietats d’interès ambiental i farmacològic” (2014PID\_UB/038).**

## **1) DADES DEL PROJECTE**

**Títol del projecte:** Aprentatge basat en casos de l’entorn professional: estimació i determinació de propietats d’interès ambiental i farmacològic.

**Codi del projecte:** 2014PID\_UB/038

**Nom i cognoms del responsable:** Elisabet Fuguet Jordà

### **Participants:**

Dra. Elisabet Fuguet Jordà. Professora Agregada Serra Húnter. Departament d’Enginyeria Química i Química Analítica, UB. E-mail: [elifuguetj@ub.edu](mailto:elifuguetj@ub.edu)

Dra. Clara Ràfols Llach. Professora Titular d’Universitat. Departament d’Enginyeria Química i Química Analítica, UB. E-mail: [crafols@ub.edu](mailto:crafols@ub.edu)

Dr. Martí Rosés Pascual. Catedràtic d’Universitat. Departament d’Enginyeria Química i Química Analítica, UB. E-mail: [marti.roses@ub.edu](mailto:marti.roses@ub.edu)

## **2) RESUM I DESCRIPTORS**

### **2.1. Resum (150- 200 paraules)**

L’assignatura “Estimació i determinació de propietats d’interès ambiental i farmacològic” és una assignatura del “Màster en Química Analítica” (UB). L’objectiu principal d’aquesta assignatura és que els alumnes coneguin la importància de les propietats fisicoquímiques i biològiques de les substàncies en el procés de desenvolupament de nous fàrmacs i en processos ambientals, així com els principals mètodes de determinació i estimació d’aquestes propietats.

La tipologia de l’assignatura i el nombre reduït d’estudiants en les assignatures de Màster ha permès enfocar-la com un cas en què l’estudiant havia de caracteritzar una sèrie de compostos, talment com si treballessin en una empresa. El motiu d’aplicar aquesta metodologia docent i principal objectiu del projecte ha estat que l’alumnat fos capaç d’integrar tots els coneixements adquirits a partir d’un exemple pràctic, establint interrelacions entre els diferents conceptes.

S’ha observat que enfocant l’assignatura com un cas l’alumne s’ha involucrat de forma activa en l’aprenentatge i ha millorat l’adquisició tant dels coneixements com de les habilitats i destreses objecte de l’assignatura. Tot i això, aplicar aquesta metodologia

també ha suposat alguns inconvenients, com reduir lleugerament el nivell pel que fa a continguts i la implicació molt més elevada pel que fa a hores de dedicació (presencial i de preparació) per part del professorat. Tanmateix considerem que ha estat una experiència satisfactòria i que s'ha assolit plenament l'objectiu proposat.

## **2.2. Descriptors**

### **Línies d'innovació vinculades:**

Aprentatge en entorns virtuals – Simulacions

Aprentatge professionalitzador – Competències transversals

Metodologies actives per a l'aprenentatge – Aprentatge col·laboratiu / PBL, Casos i Simulacions.

### **- Paraules clau (màxim 5):**

Estudi de casos, propietats fisicoquímiques, fàrmacs, treball col·laboratiu.

## **3) MANCANCES DETECTADES**

L'assignatura "Estimació i determinació de propietats d'interès ambiental i farmacològic" és una assignatura optativa de 3 ECTS del "Màster en Química Analítica" de la Universitat de Barcelona. L'objectiu principal d'aquesta assignatura és que els alumnes coneguin la importància de les propietats fisicoquímiques i biològiques de les substàncies en el procés de desenvolupament de nous fàrmacs i en processos ambientals, així com els principals mètodes de determinació i estimació d'aquestes propietats.

Els antecedents del projecte es van basar en l'experiència adquirida en el fet d'impartir l'assignatura en els últims anys. Seguint l'ensenyament tradicional, el professor explicava els conceptes a classe i a continuació, es realitzaven exercicis sobre el que s'havia explicat. Al final de l'assignatura els alumnes havien de presentar un treball escrit i realitzar una presentació oral sobre alguna o algunes temàtiques de les estudiades durant el curs. Després d'un parell d'anys d'impartir l'assignatura d'aquesta manera, es va detectar una important manca de capacitat dels alumnes per relacionar els diferents conceptes i tenir una visió global del problema. Sovint sabien com realitzar un exercici en concret de forma mecànica, però no eren capaços d'integrar tots els coneixements en la resolució d'un únic problema general d'interès professional. És per aquest fet que vam creure que potser el plantejament docent de l'assignatura no era el més adequat.

Com a conseqüència de les mancances detectades es va considerar necessari canviar la forma de fer l'assignatura, i es va pensar que per la seva pròpia tipologia encaixava molt bé amb la metodologia d'estudi de casos.

## 4) OBJECTIUS

L'objectiu general del projecte ha estat assegurar que els alumnes assolissin les competències relacionades amb l'assignatura que fins al moment no s'estaven assolint, o s'assolien parcialment, mitjançant un canvi metodològic integral en la forma d'impartir-la.

Els objectius específics han estat:

- Saber buscar i analitzar informació científico-tècnica en l'àmbit de la química, incloent l'idioma anglès.
- Adquirir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i/o l'aplicació d'idees, sovint en un context de recerca.
- Capacitat per conèixer la naturalesa, comportament i propietats d'algunes substàncies d'interès en diversos àmbits (mediambiental, alimentari, farmacèutic, toxicològic, etc.).
- Capacitat per desenvolupar esperit crític per interpretar els resultats obtinguts, relacionar-los amb les variables i factors metodològics que n'han afectat l'obtenció i extreure'n conclusions pertinents.
- Capacitat per comunicar conclusions i coneixements a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.

L'estratègia general desenvolupada per incidir sobre les mancances detectades ha estat desenvolupar l'assignatura com l'estudi d'un cas.

## 5) DESENVOLUPAMENT DE L'ACTUACIÓ

El projecte s'ha desenvolupat en tres cursos acadèmics (9/2014-9/2017), ja que es va considerar que la reestructuració íntegra de l'assignatura podia requerir redefinir moltes de les premisses inicials en funció dels resultats obtinguts, i s'ha desenvolupat segons les etapes següents:

- Etapa 1: Definició i preparació dels casos
- Etapa 2: Plantejament del cas als alumnes
- Etapa 3: Identificació de les necessitats d'aprenentatge
- Etapa 4: Resolució del problema
- Etapa 5: Avaluació dels resultats
- Etapa 6: Reedició de les etapes 1 a 5 implementant les modificacions oportunes
- Etapa 7: Avaluació dels resultats finals

Les etapes 1-5 es van desenvolupar durant el primer curs acadèmic i l'etapa 6 es va dur a terme durant els dos cursos acadèmics posteriors.

Els materials, recursos i activitats emprats en el projecte han estat els següents, ordenats segons les etapes del mateix:

- Etapa 1:
  - Definir els casos (entre 5 i 10). Cada cas consistia en un conjunt de substàncies que els alumnes havien de caracteritzar (determinar-ne algunes propietats).
  - Definir les propietats que els alumnes havien de calcular o estimar (3 o 4 aproximadament).
  - Recopilar dades experimentals de les substàncies escollides per proporcionar-les als alumnes quan sigui adient per tal que poguessin simular determinacions experimentals a partir d'aquestes.
  - Definir el nombre d'entregues parcials que haurien de realitzar els alumnes i l'entrega final.
  - Elaborar un document guia de l'assignatura per detallar les diferents etapes, la cronologia i l'avaluació, amb finalitat d'entregar-ho als alumnes el primer dia de classe.
  
- Etapa 2: Contextualitzar els casos de forma que els alumnes adoptessin el paper de ser una "empresa amb un encàrrec a realitzar" (activitat realitzada el primer dia de classe). La finalitat d'aquesta activitat era que després d'aquesta sessió l'alumne tingués clar com es desenvoluparia el curs i com se l'avaluaria. En aquesta mateixa sessió es distribuïen els casos i s'entregava als alumnes el document guia de l'assignatura.
  
- Etapa 3: Identificació de les necessitats d'aprenentatge. Les activitats desenvolupades en aquesta etapa estaven dirigides a que l'alumnat realment identifiqués en quins aspectes necessitava formar-se per poder solucionar el cas. Per tal d'aconseguir l'objectiu els professors van fer algunes xerrades sobre el procés de "drug discovery" i també es van realitzar discussions en grups reduïts i en conjunt.
  
- Etapa 4: la més complexa metodològicament ja que implicava la resolució del cas. Les següents activitats es van anar desenvolupant al llarg de tot el curs:
  - Cerca d'informació bibliogràfica (la majoria en anglès) per part dels alumnes per saber com es realitzaven les determinacions de cadascun dels paràmetres d'interès. Els professors proporcionaven indicacions per orientar en la cerca bibliogràfica.
  - Discussió entre grups i amb el professor sobre com realitzar les determinacions, a partir de la informació trobada.

- Determinació del paràmetre en qüestió, sigui a partir de dades experimentals dels compostos proporcionades pel professor, o sigui a través de programes d'estimació de propietats. Per realitzar aquesta part es va utilitzar programari específic com ara MS Excel, ACD/Labs, Biolum i Scifinder. Els diferents professors van formar als alumnes sobre el seu ús per tal que aquests puguin realitzar les determinacions per al seu conjunt de substàncies.
- Discussió global amb l'alumnat sobre les conclusions tretes després de la determinació de cada paràmetre.
- Finalment els alumnes van realitzar un treball escrit de síntesi i una exposició oral sobre el seu cas concret, on s'esperava que relacionessin els diferents paràmetres determinats i demostrassin tenir una visió global del problema. Al final de cada presentació hi havia discussió amb els professors i amb la resta de companys.
- Després de les exposicions, es va donar a l'alumnat una enquesta de valoració sobre els desenvolupament del curs.

Es pot dir que en termes generals les tres edicions del curs en què s'ha dut a terme el projecte l'assignatura s'ha desenvolupat d'acord amb les etapes previstes. Tanmateix ha estat necessari incorporar modificacions (algunes amb èxit i altres sense) per millorar-ne el funcionament. Les modificacions efectuades han estat bàsicament les següents:

- **Incorporar sessions de tutoria** per grups: el fet de realitzar l'assignatura íntegra com un estudi de cas desorienta l'alumnat ja que no estan acostumats a treballar d'aquesta manera. Per tant ja des de la primera edició va ser necessari incorporar tutories fora d'hores de classe per tal de guiar-los. En les dues primeres edicions es van realitzar dues sessions de tutoria (la primera cap a meitat de curs i la segona 2-3 setmanes abans de la finalització). Tanmateix a la tercera edició es va poder suprimir una sessió ja que la càrrega de feina exigida també va ser menor, tal com s'explicarà a continuació.
- **Disminuir la quantitat d'informació exigida:** vam observar des de la primera edició que l'alumnat va molt més lent treballant d'aquesta manera, ja que són ells qui s'han d'espavilar per aprofitar els recursos de la manera correcta amb la finalitat de resoldre el problema assignat. A més la càrrega de feina és un dels punts que més negativament es va valorar a les enquestes de satisfacció de l'assignatura. En un primer moment es va decidir demanar la mateixa quantitat de feina, però augmentar el nombre de persones de 2 a 4 per cada cas. Tanmateix, vam constatar que tot i això costava que tots els estudiants assimilassin bé la totalitat dels continguts, per tant finalment en la tercera edició es va decidir rebaixar igualment la quantitat de treball exigida.
- **Canvi de l'estructura del curs:** després de cursar la primera edició vam plantejar-nos canviar l'estructura del curs, ja que des del punt de vista científic per nosaltres tenia més sentit començar amb la part d'estimació de propietats i acabar amb la determinació experimental. Aquesta modificació no es pot

considerar com una modificació del plantejament pel que fa al present projecte, però els resultats de realitzar aquest canvi van ser bastant negatius. El motiu va ser que en passar la part que més costa als alumnes d'assimilar, que és la de determinació de propietats, a la darrera part del curs la càrrega de feina més important es va ajuntar amb la d'altres assignatures. Aquest fet va provocar que els alumnes valoressin molt negativament el curs pel que fa a la quantitat de feina exigida, tot i que era la mateixa que en l'edició anterior. Per aquest motiu vam decidir retornar a l'estructura inicial, tot i que potser no és la que més agrada al professorat.

- Demanar **reforç de professorat a l'aula**: el fet que els alumnes desenvolupessin el seu propi cas a l'aula en algunes de les sessions de l'assignatura va requerir la necessitat d'incorporar permanentment un segon professor per tal de poder gestionar adequadament els dubtes i debats sobre els diferents casos. Així doncs el tercer any s'ha incorporat un segon professor en totes les sessions.

## 6) AVALUACIÓ, RESULTATS I INTERPRETACIÓ

### 6.1. Avaluació

L'indicador d'avaluació principal del projecte ha estat el grau d'interrelació entre els coneixements que han demostrat els alumnes a final del curs. Per tal d'avaluar-lo s'han utilitzat els següents instruments d'avaluació:

- Informació bibliogràfica aportada pels alumnes en relació a la determinació de propietats fisicoquímiques de substàncies.
- Entregues parcials de resultats
- Discussions/tutories amb el professor
- Treball escrit de síntesi global de resultats
- Presentació oral i posterior discussió dels resultats finals

Paral·lelament per tal de conèixer el grau de satisfacció de l'alumnat en vers la metodologia emprada també es va utilitzar com a indicador una enquesta d'opinió.

Els indicadors que constitueixen una evidència física com els treballs presentats i l'enquesta es van anar recollint a mesura que es demanaven les entregues. L'enquesta es va realitzar l'últim dia de l'assignatura. Els indicadors que no constitueixen una evidència física com la participació i aportacions en les sessions de discussió i tutories s'han tingut en compte en base a les anotacions del professorat realitzades després de realitzar aquestes sessions.

Creiem que els indicadors d'avaluació escollits han estat suficients per avaluar el present projecte, ja que han permès evidenciar el nivell de consecució dels objectius assolit per l'alumnat.

### 6.2. Resultats i interpretació

Els resultats obtinguts demostren que l'objectiu principal del projecte s'ha acomplert. És a dir, la percepció dels professors al final del curs és de que, en general, els alumnes realment han aconseguit integrar els coneixements adquirits com un conjunt. A més, el fet d'haver hagut de treballar constantment amb el cas i mantenir discussions freqüents amb el professorat ha fet que hagin assimilat molt més l'assignatura, millorant molt el procés d'aprenentatge. Aquest fet l'hem pogut percebre amb la qualitat dels treballs finals presentats i també amb les discussions que hem mantingut amb ells després de la presentació dels treballs. Si és cert que hi ha un percentatge (tot i que molt baix) d'estudiants que no acaben d'entrar en la dinàmica del curs. En aquests casos l'assignatura els és força feixuga ja que requereix d'entregues de resultats bastant sovint, i de vegades no són capaços de participar en les discussions durant les classes. Aquest fet es nota també en la qualitat del treball final. Tanmateix, el nombre d'estudiants que no entren a la dinàmica és realment baix (1 o 2 per curs, i cada curs tenim de 15 a 20 estudiants), i l'aprofitament que demostra la resta d'estudiants és molts superior al que s'observava quan l'assignatura era impartida de la forma tradicional.

Un efecte directe derivat de la metodologia emprada és que s'ha hagut de rebaixar lleugerament el nivell en els continguts i augmentar les hores de dedicació del professorat. Tot i això, considerem que l'aprenentatge assolit és superior al que es s'aconseguia a través de les classes tradicionals.

## **7) VALORACIÓ DE L'EXPERIÈNCIA**

Els resultats obtinguts demostren no només que és possible, sinó que és recomanable impartir una assignatura de les característiques d'aquesta com un estudi de cas. Evidentment aquest fet ve condicionat pel nombre reduït d'estudiants en les assignatures de màster i per la tipologia d'assignatura. Tanmateix, no recomanaríem aplicar la metodologia emprada en el present projecte en grups nombrosos (més de 30 estudiants aproximadament), perquè es requereix molta implicació del professorat en cada cas particular.

D'acord amb els resultats els professors valorem l'experiència com a molt positiva i continuarem impartint l'assignatura de la mateixa manera. Pel que fa als estudiants, la queixa més reiterada derivada de les enquestes d'opinió ha estat l'elevada càrrega de feina, sobretot en les primeres edicions. Tot i així consideren que l'assignatura és molt interessant, valoren positivament treballar d'una manera diferent, i consideren que allò que han après els serà molt útil en el seu futur professional.

Fruit de la feina desenvolupada en aquest projecte s'ha realitzat la següent comunicació:

“Estimación y determinación de propiedades de interés ambiental y farmacológico: aprendizaje basado en casos del entorno profesional”. Elisabet Fuguet, Clara Ràfols, Martí Rosés. Congreso de la Sociedad Española de Química Analítica. Jornada sobre

estrategias para la innovación de la actividad docente en Química Analítica: contenidos y herramientas. Alcalá de Henares, 2014.

## **8) REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES**

[1] Alicia Escribano, Ángela del Valle. El Aprendizaje Basado en Problemas. Narcea, S.A. de Ediciones, Madrid. 2ª edición

[2] Elizabeth Muir. Problem Based Learning. Imperial College London, London, 2004.