

Activitats d'aula inversa en l'àmbit de l'enginyeria. Experiència en la docència de bases de dades

Oriol Ramos Terrades,¹ Aura Hernández,¹ Débora Gil,¹ Lluís Albarracín,² Carles Sánchez,¹ Alejandro Párraga¹ i Enric Martí¹

¹Departament de Ciències de la Computació

²Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals

Context

Avui en dia, quan els estudiants ja tenen accés a un gran nombre de productes digitals (ordinadors, tauletes, telèfons intel·ligents...) i continguts digitals (Youtube, MOOC, *Viquipèdia*, etc.), la majoria de la docència universitària en enginyeria s'imparteix encara seguint una metodologia clàssica. En la majoria dels estudis, la docència està estructurada en classes magistrals, classes de seminaris/problemes i classes pràctiques. En aquesta metodologia són els docents els qui dirigeixen l'estratègia d'aprenentatge, cosa que dona lloc a classes unidireccionals en les quals el professorat promou uns aprenentatges concrets i els alumnes actuen únicament com a receptors i reproductors d'aquests aprenentatges.

Des de fa temps, s'ha plantejat la necessitat de canviar el rol dels docents i, consegüentment, el dels alumnes a les aules i de potenciar metodologies centrades en l'estudiant que li permeti adoptar un rol més actiu a classe (Boud i Feletti, 1997), ja que existeix evidència (en àmbits STEM) que utilitzar metodologies que suposen canviar el paper de l'estudiant perquè passi a ser protagonista del seu aprenentatge incrementa els resultats acadèmics (Freeman *et al.*, 2014).

Els darrers anys, i de manera accelerada per la universalització de les noves tecnologies, han aparegut noves dinàmiques docents, com l'aprenentatge bimodal (*blended learning*), que combinen l'aprenentatge en línia amb l'aprenentatge presencial amb l'objectiu d'aprofitar el que és millor de cada canal (Lage *et al.*, 2000). En aquest context, l'aprenentatge en línia permet, entre d'altres, un aprenentatge asíncron més flexible que s'adapta a la disponibilitat i el ritme d'aprenentatge dels estudiants. Per la seva banda, l'aprenentatge presencial permet una comunicació més directa entre els docents i els estudiants, que facilita la comprensió dels continguts més difícils. Tanmateix, aquestes dinàmiques no suposen per si mateixes un canvi de metodologia docent, sinó que tenen l'objectiu d'aprofitar millor metodologies presencials adaptant-les a la realitat digital.

A més, en grups grans la diferència en el ritme d'aprenentatge dels estudiants pot arribar a ser molt gran. A les sessions magistrals, si els docents s'adapten a la velocitat dels estudiants amb més dificultats d'aprenentatge, es pot generar avorriment, frustració i sensació de pèrdua del temps en altres alumnes. D'altra banda, un ritme molt exigent pot generar frustració i abandonament en un cert nombre d'estudiants.

Al mateix temps, gràcies al desenvolupament de les tecnologies de la informació, els estudiants troben fàcilment gran quantitat d'informació a internet. La proliferació d'estudis en línia i més concretament de cursos MOOC (cursos en línia oberts i massius) no ajuda a percebre la utilitat de les classes presencials, especialment quan els continguts treballats a la matèria són eminentment pràctics (Iqbal *et al.*, 2014). Com a conseqüència, es redueix l'assistència dels estudiants a les sessions presencials i disminueix l'assoliment dels resultats d'aprenentatge.

Més recentment, s'han començat a desenvolupar iniciatives seguint la metodologia d'aules inverses (*flipped classrooms*). L'aula inversa suposa un canvi de metodologia docent a mig camí entre la metodologia tradicional de classes magistrals i un aprenentatge més actiu, com el basat en projectes (Martí *et al.*, 2015). L'aula inversa és una metodologia molt dirigida per l'equip docent, però en la qual s'intercanvia el tipus de treball que els estudiants han de fer, tant de manera autònoma com presencial. La proposta de l'aula inversa es caracteritza per un treball previ per part dels estudiants abans de la sessió presencial, en què han de visualitzar vídeos o llegir documentació necessària per a les activitats a l'aula. A l'aula, el docent ja no explica els continguts teòrics, sinó que promou un conjunt d'activitats destinades a ajudar els estudiants a comprendre en profunditat els continguts prèviament treballats, ja siguin visualitzats o llegits. Aquesta metodologia permet que el temps dels alumnes amb el professor a l'aula es dediqui a activitats de pràctica (individual o grupal), de manera que el professor pot aportar ajuda individualitzada als estudiants. En els cursos d'educació superior el suggeriment és utilitzar el temps de classe en l'aplicació de coneixements, de manera que el professorat passa a tenir l'oportunitat de detectar errors en el pensament dels estudiants (Pluta *et al.*, 2013).

En la mesura que aquesta metodologia incentiva el treball previ dels estudiants abans de les sessions presencials, també facilita la comunicació bidireccional entre docents i estudiants. A més, permet als docents focalitzar el seu esforç a resoldre les dificultats reals dels estudiants i millorar l'eficiència de l'aprenentatge per part dels estudiants. Tanmateix, a l'hora d'implementar aquesta metodologia en l'àmbit de les enginyeries i en grups grans ens cal resoldre les dificultats següents:

- S'ha d'aconseguir que els estudiants facin el treball previ abans de les classes presencials. S'han de fer accions docents, més enllà de la mateixa dinàmica d'aula inversa, que els incentivi.
- Cal habilitar eines que donin més autonomia als estudiants en els continguts que els resultin més entenedors i que els ajudin a identificar millor els continguts en què tenen més dificultats.
- S'ha d'integrar en una dinàmica d'avaluació continuada i, en conseqüència, possibilitar la recollida efectiva d'evidències.
- Les activitats a les sessions presencials han de ser escalables a grups grans.

En resum, ens cal desenvolupar una metodologia docent adaptada a la realitat tecnològica i social dels estudiants i que es pugui implementar en un context d'aules amb grups grans d'estudiants. En aquest capítol descrivim una metodologia d'aula

inversa que hem desenvolupat per a la docència de continguts de bases de dades impartits en diverses titulacions ofertes a la UAB. Aquesta metodologia la vam iniciar el curs acadèmic 2017-2018 i l'hem anat refinant i millorant els cursos 2018-2019 i 2019-2020. El resultat és una organització de l'assignatura de Bases de Dades en unitats docents en què apliquem aquesta metodologia. Cada unitat està formada per un guió per als docents que hi participen i un conjunt d'exercicis guiats que han de resoldre els estudiants a l'aula. A més, hem fet ús de les eines que ens ofereixen entorns virtuals d'aprenentatge com Moodle per donar autonomia d'aprenentatge als estudiants i poder escalar-la en grups grans.

Selecció i definició del problema

La hipòtesi de partida és que la docència presencial és un element clau en l'assoliment dels resultats d'aprenentatge per part dels estudiants. En un context de grups grans, el temps efectiu que els docents podem dedicar de manera individualitzada als estudiants es veu reduït significativament. Aquesta circumstància, unida als factors comentats en la secció anterior, fa que l'assistència a classe disminueixi. Per tal d'avaluar millor l'efectivitat de les accions realitzades i identificar millor els encerts i les accions que cal corregir, vam provar les diferents activitats a totes les assignatures del departament de Ciències de la Computació que impartien continguts de bases de dades. Aquesta docència s'imparteix tant en el grau d'Enginyeria Informàtica (de perfil més tècnic) com en els graus d'Empresa i Tecnologia, de Gestió Aeronàutica (de perfil més proper a les ciències socials) i de Bioinformàtica (de perfil més proper a les ciències de la salut).

Es van realitzar un conjunt d'accions en el primer i segon semestre del curs 2017-2018 en les assignatures de Bases de Dades (BD-I) i Gestió i Administració de Bases de Dades (GABD-I), del grau d'Informàtica; en l'assignatura d'Informàtica Avançada (IA-GA), del grau de Gestió Aeronàutica; en l'assignatura de Bases de Dades, del grau d'Empresa i Tecnologia (BD-EiT), i en l'assignatura de Bases de Dades, del grau de Bioinformàtica (BD-Bio). Aquestes assignatures tenen grups grans i s'imparteixen continguts més o menys avançats de bases de dades.

En les assignatures de Bases de Dades, del grau d'Empresa i Tecnologia, i d'Informàtica Avançada, del grau Gestió Aeronàutica, els estudiants venen de la branca de ciències socials del batxillerat i tenen un interès i uns coneixements relativament baixos en els àmbits tecnològics. El mateix passa amb els estudiants del grau de Bioinformàtica, en què tenen un perfil de la branca de les ciències de la salut. En tots els casos, els objectius d'aprenentatge en relació amb les bases de dades són que els estudiants assoleixin uns coneixements bàsics, però suficients, de consultes i manipulació de dades en bases de dades relacionals.

En les assignatures del grau d'Informàtica el perfil dels estudiants és completament diferent del dels estudiants dels anteriors graus. Són estudiants que han d'assolir coneixements profunds en el disseny de bases de dades i la gestió i administració

corresponent dels servidors de bases de dades. En conseqüència, els objectius d'aprenentatge per als estudiants de l'assignatura de Bases de Dades són, d'una banda, que assoleixin competències avançades en la consulta i la manipulació de dades i, de l'altra, que siguin capaços de dissenyar i construir bases de dades relacionals. En relació amb els estudiants de l'assignatura de Gestió i Administració de Bases de Dades, han de conèixer i comprendre tots els mecanismes interns d'aquest tipus de programari.

Objectius

Com ja hem esmentat, l'objectiu principal de canviar de metodologia i desenvolupar una metodologia d'aula inversa era millorar la qualitat del temps dels docents als estudiants i, en conseqüència, millorar l'aprenentatge dels estudiants. Atenent els continguts de les assignatures que hi participen, s'han definit els objectius específics següents:

- Desenvolupar una metodologia d'aula inversa apta per a grups grans.
- Generar el material docent adequat per desenvolupar aquesta metodologia.
- Millorar la competència dels estudiants en el disseny de bases de dades i la resolució de consultes SQL complexes.

En resum, es pretén dissenyar i desenvolupar un conjunt d'unitats de bases de dades seguint una metodologia d'aula inversa que sigui prou general per ser adaptada a altres assignatures en l'àmbit de l'enginyeria. Aquesta metodologia ha de permetre millorar la qualitat del temps a l'aula, dotar de més autonomia els estudiants en el seu aprenentatge i, en conseqüència, millorar la satisfacció dels estudiants vers la docència rebuda.

Metodologia

Per a les activitats d'aula inversa s'han definit uns guions marc per a cada sessió, en què es defineixen les tasques que s'han de fer abans, durant i després de cada sessió d'aula inversa. A més, com que en algunes assignatures el nombre d'estudiants és molt gran (entre 250 i 300 alumnes) s'han temporitzat les activitats que cal fer a cada sessió d'aula inversa per homogeneïtzar l'acció dels docents en el transcurs de la sessió presencial. Per potenciar sinèrgies de treball col·laboratiu es formen grups de 4 persones al principi de curs.

Sessions d'aula inversa

Segons Lage *et al.*, (2000), les sessions d'aula inversa es divideixen en el treball fora de l'aula i el treball a l'aula. Segons aquesta metodologia, és abans de la sessió a l'aula en què l'estudiant ha de fer un treball previ d'estudi dels continguts, de manera que a l'aula el docent pot centrar-se a resoldre els dubtes dels estudiants de manera més personalitzada. Seguint aquesta metodologia, hem dividit la nostra metodologia d'aula inversa en les etapes següents:

Treball previ. L'estudiant ha de visualitzar un vídeo o llegir documentació relacionada amb els conceptes que es treballaran durant la sessió a l'aula. Els continguts del material han de ser accessibles als estudiants de manera que puguin entendre'n sense gaire dificultat el 80%. També han d'introduir els conceptes més avançats que es treballaran durant la sessió. Per incentivar treball es poden passar qüestionaris que es tancaran abans de la sessió a l'aula.

Sessió a l'aula. Són sessions de 2 hores organitzades com s'explica a continuació. Durant els primers 10-15 minuts el docent fa una síntesi dels continguts que es treballaran al llarg de la sessió. S'assumeix que l'estudiant ha fet la feina prèvia, de manera que aquest temps ha de servir per aclarir els aspectes més complicats i reforçar els més complexos que es treballaran durant la sessió. A continuació, els estudiants treballen en grup un conjunt d'exercicis guiats. Hem seguit un model constructivista del coneixement (Ortiz, 2015). Cada exercici s'ha dividit en subtasques relativament senzilles que els estudiants poden fer de manera autònoma. A mesura que els estudiants avancen en els apartats necessiten resoldre els apartats anteriors per construir la solució final. En els continguts que se sap que els estudiants tenen més dificultats o acostumen a cometre els mateixos errors, es força els errors típics per reforçar els conceptes.

Aquesta dinàmica de treball en grup permet la discussió dels exercicis i el progrés dels estudiants, mentre el professor se centra en els estudiants que tenen més dificultats a assolir els coneixements bàsics, al mateix temps que resol els dubtes que els estudiants més avançats poden tenir a l'hora de resoldre els exercicis de més dificultat. Cap al final de la sessió, el docent dedica uns minuts a resoldre i/o comentar els exercicis en què hauria d'haver arribat la majoria dels estudiants. Com a regla general i per no desvirtuar el principi de la metodologia d'aula inversa, el temps dedicat a l'inici i al final de la sessió no hauria de superar el temps de treball dels estudiants a l'aula.

Treball posterior. El temps a l'aula no acostuma a ser suficient perquè tots els estudiants puguin treballar els exercicis guiats proposats durant a la sessió. A més, certs continguts, un cop entesos, necessiten pràctica per acabar de ser consolidats. En aquests casos, és útil disposar d'activitats d'autoavaluació i correcció creuada entre estudiants que els ajudin a validar el seu procés d'aprenentatge. Per incentivar la resolució d'exercicis després de la sessió s'han proposat qüestionaris i tallers de Moodle per fomentar l'avaluació creuada entre estudiants. A més, en Bases de Dades s'ha fet ús d'eines de correcció automàtica de consultes SQL que descriurem en la secció següent.

Material i recursos docents

Com hem esmentat a l'inici del capítol, ens calia trobar eines que incentivessin els estudiants a fer el treball previ i que al mateix temps els dotessin de més autonomia per ajudar-los a avaluar el seu progrés en l'aprenentatge. Aquest punt és especialment crític en grups grans amb més de 200 estudiants. D'acord amb aquestes premisses, utilitzem les eines i els recursos següents: gravacions de vídeos docents, mòduls d'autoavaluació de consultes SQL, qüestionaris Moodle i tallers Moodle. A la Taula 1 es poden veure els recursos utilitzats en cada assignatura i seguidament detallarem cadascuna d'aquestes eines:

Gravacions de vídeos docents de bases de dades relacionals. Hem enregistrat i editat vídeos docents en què s'expliquen continguts de bases de dades. Per regla general són vídeos curts d'uns 10-15 minuts en què s'expliquen els continguts que es treballaran a l'aula. Aquests vídeos han estat enregistrats pels docents de les assignatures que han participat en el format que els ha resultat més còmode: gravacions de presentacions de curs o enregistraments a l'aula amb explicacions a la pissarra.

Mòdul d'autoavaluació de consultes SQL. Es tracta d'una eina específica desenvolupada per a l'assignatura de Bases de Dades que permet als estudiants tenir una retroacció immediata del seu progrés a l'hora de fer consultes SQL (Sánchez *et al.*, 2015). Aquesta eina ha demostrat ser molt útil per al progrés autònom dels estudiants, ja que els permet avançar al seu ritme. Hem dissenyat dos tipus d'activitats amb aquesta eina. Un primer conjunt d'activitats estan sincronitzades pel que fa a continguts i dificultat amb les sessions a l'aula i es tanquen poc després. D'aquesta manera es motiva els estudiants a fer-les al mateix temps que es tracta el tema en les sessions presencials. S'aconsegueix així que els estudiants es trobin amb els problemes i les dificultats abans, durant i després de la sessió en què s'han treballat els continguts. El segon grup d'activitats consisteix en conjunts de consultes de qualsevol dels tipus treballats a les sessions. Aquestes activitats s'obren a l'inici i estan actives fins al final del curs. En tots dos tipus d'activitats, els estudiants tenen un nombre il·limitat d'intents per trobar la solució correcta.

Qüestionaris de Moodle. Com en el cas del mòdul de consultes SQL, hem dissenyat dos tipus de qüestionaris. En primer lloc, tenim uns qüestionaris que s'han de fer abans de les sessions a l'aula per treballar el material previ de cada sessió. En aquest cas es limita el temps per respondre-hi i només es permet un sol intent. Això es fa així per forçar l'estudiant a respondre el qüestionari un cop ha llegit o visualitzat el material previ. A més, es tracta de qüestionaris curts, de poques preguntes i fixes per a tothom, que incideixen en els aspectes més rellevants dels continguts treballats. En segon lloc, tenim els qüestionaris pensats per avaluar la progressió en l'aprenentatge. En aquests qüestionaris es permeten múltiples intents i no hi ha limitació de temps per respondre-hi. A més, si bé convé que també siguin curts i ràpids de respondre, les preguntes poden venir aleatòriament d'un banc de preguntes i ser de dificultat variada, alternant preguntes generals, de conceptes bàsics, amb preguntes més específiques i difícils.

Tallers Moodle. Aquestes activitats permeten la correcció creuada entre companys a partir d'un formulari de correcció. Aquesta eina ja s'utilitzava en l'assignatura de GABD-I i vam considerar que podia ser útil per al treball posterior dels estudiants en una metodologia d'aula inversa. En aquesta metodologia cal fer una especial atenció en la temporització de les fases del taller per tal d'evitar, el màxim possible, l'encauclament amb les activitats del treball previ de la sessió següent i generar sobrecàrrega i estrès als estudiants. En conseqüència, programem com a màxim una sola activitat de taller per setmana, malgrat haver-hi dues sessions per setmana. A més, donem de temps per lliurar els exercicis fins abans de la sessió següent a l'aula, per evitar l'encauclament amb els continguts que cal treballar durant la sessió següent i 2 o 3 dies per fer les correccions creuades. A l'hora de configurar les avaluacions creuades no deixem avaluar ningú que no hagi lliurat abans el seus exercicis. A més, per reduir les tasques repetitives, només fem avaluar un company del mateix grup de treball i el seu propi treball segons uns formularis que contenen la solució de l'exercici amb els criteris de puntuació segons els errors.

Taula 1. Accions realitzades en cada assignatura

| Gravació vídeos docents | Mòduls SQL | Qüestionaris Moodle | Tallers Moodle |
|-------------------------|------------|---------------------|----------------|
| IA Gestió Aeronàutica | | | |
| BD Empresa i Tecnologia | | | |
| BD Bioinformàtica | | | |
| BD Informàtica | | | |
| | | GABD Informàtica | |

Organització

Un element clau que ha facilitat la implementació de metodologies d'aula inversa en algunes de les assignatures del grau d'Informàtica ha estat el canvi de l'estructura existent de 2 hores de teoria i 1 hora de problemes per setmana i 2 hores de pràctiques cada dues setmanes a una nova amb 2 sessions de 2 hores per setmana. El grau de Bioinformàtica també té aquesta estructura de 2 sessions setmanals, mentre que els graus de Gestió Aeronàutica i d'Empresa i Tecnologia mantenen l'estructura de sessions de teoria, problemes i pràctiques.

Sessions d'aula inversa en assignatures de bases de dades

Molts dels continguts que cal tractar en l'assignatura de Bases de Dades permeten aplicar una metodologia d'aula inversa com la descrita a la secció anterior. A la pràctica són tots, llevat dels continguts més introductoris i més teòrics, de poca dificultat conceptual, en què una sessió de classe magistral permet sintetitzar i comunicar millor els conceptes rellevants per als estudiants.

Les assignatures de bases de dades que s'imparteixen en les diverses titulacions acostumen a tenir dos blocs diferenciats: disseny de bases de dades i consultes a bases de dades. El nivell de cada bloc també depèn del perfil de cada titulació, de manera que en l'assignatura de Bases de Dades del grau d'Informàtica s'haurà d'aprofundir més, mentre que en assignatures com Informàtica Avançada del grau de Gestió Aero-nàutica o Bases de Dades dels graus d'Empresa i Tecnologia i de Bioinformàtica no hi ha la necessitat d'aprofundir-hi tant.

A continuació descrivim les diferents unitats docents de bases de dades en les quals hem aplicat aquesta metodologia. Cada unitat està dissenyada per a sessions de 2 hores. En cas que l'assignatura estigui organitzada en sessions de teoria, problemes i pràctiques, només apliquem aquesta metodologia a les sessions de teoria, ja que en sessions d'una hora no hi ha prou temps per dur a terme correctament les 3 fases en què dividim la sessió a l'aula, en particular la que considerem més important: que els estudiants treballin al seu ritme els diferents exercicis guiats i que els docents els puguin atendre. En funció del perfil dels estudiants i les càrregues de crèdits de cada assignatura, algunes d'aquestes unitats poden durar entre 1 i 2 o 3 sessions.

Sessions de disseny de bases de dades

Disseny de bases de dades

En aquesta unitat és pretén donar una visió global i concisa de totes les fases de disseny d'una base de dades a partir d'un exemple senzill que s'anirà desenvolupant al llarg de les sessions. En la programació de l'assignatura, aquesta unitat hauria d'anar a continuació de les unitats introductòries dels sistemes de bases de dades i, quan s'hagi d'explicar, de l'arquitectura dels sistemes de bases de dades que s'hauran impartit seguint una metodologia de classe magistral.

Per tant, els objectius d'aquesta unitat són diversos. En primer lloc, es volen reforçar els conceptes bàsics de sistemes de bases de dades i d'arquitectura introduïts en sessions anteriors. En segon lloc, mitjançant un exemple que es treballarà a classe, es motivarà la necessitat d'un bon disseny de bases de dades. En aquesta sessió, a més, s'introduirà el programari que l'estudiant utilitzarà al llarg del curs, de manera que al final d'aquesta unitat s'espera que l'estudiant hagi assimilat millor els conceptes d'arquitectura, s'hagi familiaritzat amb el programari de disseny de bases de dades i conegui les fases de disseny de bases de dades.

Disseny entitat-relació

És una unitat pensada per a un perfil d'estudiants que s'hagin d'introduir en el disseny de bases de dades i necessitin aprofundir en el model entitat-relació bàsic. Les definicions formals dels conceptes que es van introduir, de manera intuïtiva, en la unitat anterior es treballen mitjançant la realització d'exercicis guiats i la resolució de problemes. Els exercicis tipus d'aquesta unitat són enunciats curts de problemes de disseny que, en funció de la interpretació, donen lloc a diverses solucions. En el desenvolupament d'aquesta sessió és important destinar entre 30 i 45 minuts al final per discutir almenys un dels exercicis amb totes les possibles variants. Al final d'aquesta unitat s'espera que els estudiants entenguin les diferències essencials entre els elements de disseny treballats durant la sessió i que siguin capaços de dissenyar bases de dades bàsics mitjançant el model entitat-relació.

Disseny entitat-relació estès

Aquesta unitat està pensada per a un perfil d'estudiants més proper a l'enginyeria. A més, pel tipus de conceptes que es treballen, malgrat que no sigui estrictament necessari, convé que l'estudiant tingui nocions de programació orientada a objectes. En la planificació d'aquesta sessió se segueix un esquema similar a la unitat anterior. Els exercicis tipus són enunciats de problemes de disseny, una mica més llargs que els de la unitat anterior, en què en funció de la interpretació es pot arribar a solucions diferents. Igualment, és important destinar uns minuts finals a la sessió per discutir un dels exercicis amb totes les possibles variants i reforçar d'aquesta manera les diferències entre els diferents elements de disseny. Al final d'aquesta unitat s'espera que els estudiants siguin capaços de resoldre problemes de disseny de bases de dades de certa complexitat.

Model relacional

Aquesta unitat està pensada per a tot tipus de perfil d'estudiant i treballa un dels aspectes clau en el disseny: la conversió del model entitat-relació al model relacional. Per treballar correctament aquests conceptes, en el treball previ els estudiants hauran de familiaritzar-se amb els conceptes més importants del model relacional a fi de consolidar-los en la sessió a l'aula. Donat que hi ha programari que permet la transformació automàtica d'un model a un altre, s'utilitzen els dissenys treballats a la unitat de disseny bàsic per fer la transformació i discutir els efectes dels diferents dissenys en el model relacional. Aquest tipus d'exercicis permet treballar des d'un punt de vista més pràctic els conceptes fonamentals de propagació de canvis i d'integritat referencial que tot dissenyador d'una base de dades ha de conèixer i entendre. Al final d'aquesta unitat s'espera que els alumnes sàpiguen construir el model relacional d'una base de dades a partir del disseny entitat-relació.

Nivell intern

Aquesta unitat està orientada a un perfil d'estudiant proper a l'enginyeria i tracta de les tècniques d'accés a dades, en concret, les tècniques d'indexació i de dispersió (*hashing*). Els estudiants hauran d'haver treballat aquestes estructures en assignatures de programació avançada i, per tant, ens centrem en els aspectes més bàsics en la indexació en bases de dades. Com a treball previ, els estudiants hauran de llegir o visualitzar material en què s'expliquin els fonaments teòrics de les tècniques d'accés a dades. En canvi, durant la sessió a l'aula els primers exercicis guiats se centren en els aspectes més pràctics d'aquestes tècniques. Els darrers exercicis, de més dificultat, estan orientats a lligar els conceptes teòrics treballats en el treball previ amb els aspectes més pràctics treballats a l'inici de la sessió. Al final d'aquesta unitat s'espera que l'estudiant conegui els principals conceptes i sàpiga el mecanisme d'inserció, actualització i esborrat de dades en arbres B+.

Sessions de consultes SQL

El segon bloc d'unitats orientades a l'aprenentatge de consultes a bases de dades estan agrupades segons la dificultat de les consultes. Igual que per a les unitats anteriors, la programació està pensada per a una sola sessió de 2 hores. En cas que convingui treballar més algun tipus concret de consulta proposem reproduir el mateix esquema per a totes les sessions. Totes les unitats tenen associats uns mòduls de resolució de consultes SQL amb consultes seleccionades segons el tipus de consultes treballat a cada unitat. Com hem descrit amb anterioritat, aquests mòduls es tancaran, aproximadament, una setmana després de cada unitat.

Manipulació de dades I

En aquesta unitat s'introdueixen els llenguatges formals d'interrogació de bases de dades: àlgebra relacional i càlcul relacional, així com el llenguatge SQL. Com a treball previ a la sessió s'introdueixen els aspectes formals dels llenguatges d'interrogació a més de la descripció de la base de dades amb la que treballaran la resta de les sessions. Durant la sessió a l'aula, com a part dels exercicis guiats, se'ls assistirà en la configuració i la instal·lació dels comptes a un sistema de gestió de bases de dades (SGBD) que se'ls haurà subministrat i s'aprofitarà per recordar els conceptes d'arquitectura dels sistemes de bases de dades que s'hauran introduït al principi de curs. Un segon bloc d'exercicis consistirà en consultes molt simples que puguin resoldre intuïtivament amb el programari propi de l'SGBD. L'últim bloc, per a assignatures d'enginyeria, consistirà en un conjunt d'exercicis més teòrics en què els estudiants hauran de relacionar els aspectes més pràctics del llenguatge SQL amb el formalisme de l'àlgebra relacional i/o el càlcul relacional per al tipus de consultes més simples.

Manipulació de dades II

En aquesta unitat es continuen treballant els diferents operadors d'àlgebra relacional i la sintaxi d'SQL. S'hi introdueixen les funcions d'agregació i l'operador d'agrupació. Com a treball previ es presenta la definició formal dels operadors amb alguns exemples de consultes de diversa dificultat amb la corresponent resolució. Els exercicis guiats estan orientats a facilitar la comprensió del concepte d'agrupació amb exemples fàcils que els estudiants poden resoldre directament amb paper i llapis. Un cop entès el mecanisme d'agrupació la resta de la sessió s'orienta a resoldre consultes relativament simples d'agregació i agrupació amb SQL i, si pertoca, àlgebra relacional i/o càlcul relacional.

Manipulació de dades III

En aquesta unitat es treballen consultes complexes en les quals s'hagin de combinar resultats obtinguts a partir de càlculs amb funcions d'agregació. Com en les sessions anteriors el treball previ consisteix en la introducció formal dels operadors que es treballen a la sessió així com alguns exemples de consultes amb la corresponent resolució en SQL i àlgebra relacional. En aquesta unitat és important que l'estudiant hagi assolit un nivell suficient d'àlgebra relacional per plantejar la resolució de la consulta abans d'escriure el codi en SQL. Amb aquest objectiu, els exercicis guiats i la resolució dels exercicis que es faci al final de la sessió se centraran en el plantejament formal de la consulta per després escriure la solució en SQL. En el moment de resoldre la consulta en SQL és important establir explícitament la relació entre ambdós llenguatges.

Manipulació de dades IV

En aquesta unitat es treballen les consultes que s'han de resoldre amb els operadors de conjunts: *unió*, *diferència* i *intersecció*. A més, s'explicarà l'operador relacional de la divisió en àlgebra relacional i la manera de resoldre en SQL aquests tipus de consultes. En el treball previ es farà un repàs dels operadors de conjunts, que s'assumirà que són coneguts pels estudiants, i s'introduirà el concepte de divisió en el context de consultes a bases de dades. Durant la sessió a l'aula, els exercicis guiats se centraran a treballar els operadors *diferència* i *divisió*, ja que *unió* i *intersecció* no acostumen a suposar cap dificultat als estudiants. Al final de la unitat els estudiants han de ser capaços de detectar, a partir de l'enunciat de consultes, de quin tipus són i de resoldre-les en àlgebra relacional i SQL.

Discussió de resultats

Per avaluar el funcionament de les dinàmiques d'aula inversa hem administrat de manera recurrent qüestionaris de valoració de la dinàmica per part dels estudiants. En aquests qüestionaris preguntem tant per aspectes globals com per aspectes més concrets relacionats amb les eines utilitzades per acompanyar la metodologia d'aula inversa. A continuació descrivim els resultats més rellevants que hem recollit d'aquestes enquestes interpretades conjuntament amb les observacions recollides de primera mà per tots els docents que hem participat en aquestes dinàmiques. Considerem que encara ens cal obtenir dades de l'evolució de la metodologia implementada quan aconseguim dinàmiques consolidades per poder fer una anàlisi quantitativa per obtenir resultats concloents.

El primer any en què es va impartir aquest tipus de dinàmica hi va haver estudiants que es van mostrar disconformes amb les novetats que acompanyaven la nova proposta de treball. En alguns casos consideraven que seguia sent part del rol del professor encarregar-se de les explicacions dels continguts. En altres casos van considerar que no van rebre prou ajuda dels seus companys. Tanmateix, en general l'acollida per part dels alumnes va ser satisfactòria. Fins i tot estudiants que havien manifestat que no els agradava aquest tipus de dinàmica i preferien la classe magistral reconeixien que durant les sessions de treball a l'aula havien estat més actius i participatius que en una classe magistral.

En cas d'assignatures amb grups grans en què intervenia més d'un docent vam observar que hi havia variabilitat en el grau d'insatisfacció dels alumnes en funció del docent responsable de cada grup. Si bé va ser impossible fer una anàlisi quantitativa de tots els factors que van poder influir en aquests resultats, algunes de les causes que vam identificar, no circumstancials del grup en concret i sobre les quals podíem actuar, tenien a veure els següents dos elements: reforçar la coordinació dels docents i temporitzar correctament la sessió d'aula inversa.

Pel que fa a la temporització de les sessions d'aula inversa, vam veure que és molt important no dedicar per regla general més dels 10-15 minuts inicials de la sessió a fer la síntesi del treball previ. Dedicar-hi més temps té el risc de desvirtuar el concepte d'aula inversa que es pretén aplicar, ja que l'estudiant ho pot percebre com una petita classe magistral i no sentir-se motivat a fer el treball previ en les properes sessions. En assignatures amb diversos grups, si tots els docents no dediquen el mateix temps a cada part es produeixen altres efectes negatius que generen disfuncions en les dinàmiques. Els estudiants poden sentir un cert abandonament per part dels docents que hi dediquen menys temps, amb el corresponent sentiment de greuge comparatiu. En conseqüència, la coordinació entre tots els docents participants en la mateixa assignatura, si bé és sempre desitjable en tots els casos, en el cas d'una dinàmica d'aula inversa esdevé encara més necessària i ha de passar per acordar també aspectes de temporalitat. Cal assenyalar que en cap no ens referim a la necessitat de treballar exactament els mateixos materials, sinó a respectar el temps que es dedica a cada fase de la sessió a l'aula perquè els estudiants no percebin dinàmiques diferents i, en conseqüència, se sentin igualment tractats per tots els membres de l'equip docent.

L'altre aspecte que cal tenir present en el moment de desenvolupar una sessió d'aula inversa és que els estudiants s'han de sentir acompanyats en el seu aprenentatge. Si bé l'objectiu dels exercicis guiats i el motiu pel qual treballen en grup és dotar el conjunt dels estudiants de suficient, el docent ha de dedicar el temps en què els estudiants estan treballant a resoldre els dubtes dels grups amb més dificultats, sense oblidar d'atendre els estudiants més avançats (resoldre també els dubtes que puguin tenir o, fins i tot, fer-los qüestionar-se si allò que creuen haver entès ha estat ben bé així). És en aquest darrer aspecte, si es té èxit, que s'aconsegueix un dels objectius descrits a l'inici del capítol i que va motivar el canvi a una metodologia més activa: incrementar l'assistència dels estudiants a classe.

Igual que a l'inici de la sessió d'aula inversa, és important dedicar un temps al final de la sessió a recopilar i discutir les possibles solucions generades durant l'activitat. El temps dedicat a concloure la sessió dependrà dels continguts treballats a l'aula i de les dificultats que s'hagin trobat els estudiants. Tanmateix, en cap cas no pot consistir a fer una resolució exhaustiva de tots els exercicis proposats a classe, sinó que ha de ser una selecció motivada pels dubtes i les dificultats que s'hagin trobat els estudiants. En grups grans, es pot treure profit de repartir entre els diferents docents i sessions els exercicis que es discutiran en més profunditat al final de la sessió. Així, els estudiants poden acabar tenint un ventall més ampli d'exercicis resolts per part de l'equip docent. En la mesura que sigui possible, es pot fer participar els estudiants en la discussió de les possibles solucions, ja sigui fent-los aportar les seves solucions o fent-los comparar les seves solucions amb algunes de les proposades fetes pel docent.

El darrer curs acadèmic, 2019-2020, en l'assignatura de Bases de Dades, ja es va observar una clara millora en el funcionament de l'assignatura i el rendiment dels estudiants. Per regla general, l'assistència mitjana dels estudiants va augmentar en tots els grups (va oscil·lar entre un 70% i 80%), i es va mantenir igual al llarg del curs. En aquest curs, la valoració per part dels estudiants de la dinàmica introduïda va ser positiva. Com hem esmentat a l'inici d'aquesta secció, també hem preguntat als estudiants la seva opinió en relació amb les diferents activitats programades per acompanyar la dinàmica d'aula inversa. Majoritàriament, els estudiants van valorar positivament les activitats d'autoavaluació en què tenien més d'un intent i que no tancaven abans o poc després de la sessió a l'aula. En canvi, van valorar més negativament les activitats vinculades amb el treball previ i que tancaven abans de la sessió a l'aula.

Pel que fa als tallers de Moodle en el context de dinàmiques d'aula inversa, la seva utilitat és més qüestionable si, a més, es té en compte la complexitat de la configuració. Com hem esmentat anteriorment, a l'hora de programar aquest tipus d'activitat s'ha de donar temps als estudiants a resoldre i lliurar els exercicis i a corregir els dels seus companys. En relació amb el volum de feina que han de lliurar, hem constatat que un o dos exercicis, segons la dificultat, és suficient perquè puguin valorar el progrés d'aprenentatge. També és molt important que s'avaluïn entre ells. Crear a l'inici de curs grups de treball i fer que la correcció sigui entre els seus membres incrementa la sinèrgia interna del grup i, en conseqüència, l'avaluació creuada. A més, incloure la

solució de l'exercici en el formulari d'avaluació amb els criteris de correcció també ha tingut un impacte positiu pel que fa a la participació en les correccions creuades.

Per acabar, un element que mereix especial atenció és el procés d'avaluació que s'ha seguit en les assignatures en què hem utilitzat metodologies d'aula inversa i la manera de mesurar si les diferents accions realitzades tenien un impacte positiu en l'aprenentatge de l'estudiant. Com hem esmentat anteriorment, amb la metodologia d'aula inversa aplicada per a grups grans en l'assignatura de Bases de Dades hem aconseguit una major assistència dels estudiants a classe. Aquest era un dels objectius que ens vam fixar en el moment de canviar de metodologia, amb el convenciment que si aconseguíem retenir els estudiants a l'aula milloraria el seu procés d'aprenentatge. Tanmateix, també necessitàvem aconseguir un seguit d'evidències que ens permetés avaluar aquesta millora. Per aquest motiu, malgrat que es va canviar de metodologia docent, es va decidir no canviar el procés d'avaluació ni el tipus de proves escrites per avaluar els coneixements dels estudiants. Una primera anàlisi comparativa del rendiment dels estudiants del curs acadèmic 2019-2020 respecte dels resultats del darrer any abans de canviar de dinàmica, 2016-2017, mostra una millora significativa en el rendiment dels estudiants. No només s'incrementa lleugerament el percentatge d'aprovat, sinó que també la mitjana de la nota es desplaça de l'aprovat al notable. Aquesta última constatació ens fa pensar que amb la metodologia implementada aconseguim que els estudiants s'impliquin activament en els seus processos d'aprenentatge i aconseguixin millors resultats acadèmics, que són un reflex del fet d'haver assolit aprenentatges més sòlids.

Conclusions

En aquest capítol hem descrit la metodologia d'aula inversa que hem desenvolupat per a assignatures de l'àmbit de les enginyeries en grups grans. En concret, hem descrit com hem estructurat l'assignatura de Bases de Dades del grau d'Enginyeria Informàtica en diferents unitats docents en què hem desenvolupat i aplicat una metodologia d'aula inversa. En aquesta metodologia hi ha dos elements que ha de contenir cada unitat docent: un conjunt d'exercicis guiats que els estudiants han de resoldre a l'aula i el guió que els docents han de seguir a l'aula. Com ja hem esmentat en la discussió de resultats, seguir aquest guió per part dels docents és clau perquè els estudiants percebin adequadament la dinàmica. Pel que fa als exercicis guiats, tan important és que la dificultat dels exercicis estigui ben graduada com que els estudiants se sentin acompanyats en el procés d'aprenentatge a mesura que es van trobant amb dificultats. Aquestes unitats docents, amb les dinàmiques corresponents, les hem traslladat amb èxit a d'altres assignatures del departament en què s'imparteixen continguts de bases de dades.

També hem utilitzat activitats que ofereixen entorns virtuals d'ensenyament i aprenentatge com Moodle en un context d'aula inversa. Així, activitats com els qüestionaris i els tallers es poden fer servir amb èxit per avaluar tant els coneixements

aprosos en el treball previ com el progrés dels estudiants en el seu aprenentatge després de la sessió a l'aula.

En conclusió, en aquest capítol hem vist que és possible desenvolupar metodologies d'aula inversa en grups grans amb l'ajuda d'eines d'autoavaluació que donen prou autonomia als estudiants perquè puguin avaluar per si mateixos el seu aprenentatge. Així mateix, s'ha aconseguit que el docent pugui dedicar el temps a l'aula per resoldre dubtes i consolidar els resultats d'aprenentatge dels estudiants. El resultat ha comportat un augment en l'assistència a classe i una millora en l'aprenentatge dels estudiants. A més, els dos elements centrals de la metodologia desenvolupada –exercicis guiats per als estudiants i, en cas de grups grans, guions que els docents han de seguir a l'aula– són extensibles a altres assignatures d'altres àrees de coneixement.

Referències bibliogràfiques

- BOUD, D.; FELETTI, G. (Eds.). 1997. *The challenge of problem-based learning*. Psychology Press.
- FREEMAN, S.; EDDY, S. L.; McDONOUGH, M.; SMITH, M. K.; OKOROAFOR, N.; JORDT, H.; WENDEROTH, M. P. 2014. "Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23): 8410-8415.
- IQBAL, S.; ZANG, X.; ZHU, Y.; CHEN, Y. Y.; ZHAO, J. 2014. *On the impact of MOOCs on engineering education*. A: IEEE International Conference on MOOC, Innovation and Technology in Education (MITE), (pp. 101-104).
- LAGE, M.; PLATT, G.; TREGLIA, M. 2000. "Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment source". *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30–43.
- MARTÍ, E.; GURGUÍ, A.; GIL, D.; HERNÁNDEZ-SABATÉ, A.; ROCARÍAS, J.; POVEDA, F. 2015. "PBL On Line: A proposal for the organization, part-time monitoring and assessment of PBL group activities". *Journal of Technology and Science Education*, 5(2): 87-96.
- ORTIZ, D. 2015. *El constructivismo como teoría y método de enseñanza*. Sophia, Colección de Filosofía de la Educación, 19, 93-110.
- PLUTA, W.; RICHARDS, B.; MUTNICK, A. 2013. "PBL and beyond: Trends in collaborative learning". *Teaching and Learning in Medicine*, 25(S1), S9–S16.
- SÁNCHEZ, C.; RAMOS, O.; MÁRQUEZ, P.; MARTÍ, E.; ROCARÍAS, J.; GIL, D. 2015. "Automatic evaluation of practices in Moodle for self learning in engineering". *Journal of Technology and Science Education*, 5(2): 97-106.

