

APRENTATGE COL-LABORATIU EN EL MARC DE L'ASSIGNATURA DE DINÀMICA DE FLUIDS COMPUTACIONAL EN ELS ESTUDIS D'ENGINYERIA INDUSTRIAL

Josep Ricart Ferrer
Universitat de Girona
josep.ricart@udg.edu

Josep Ramon González Castro
Universitat de Girona
joseramon.gonzalez@udg.edu

Toni Pujol Sagaró
Universitat de Girona
toni.pujol@udg.edu

Joaquim Velayos Solé
Universitat de Girona
joaquim.velayos@udg.edu

Eduard Massaguer Colomer
Universitat de Girona
eduard.massaguer@udg.edu

Resum

En una societat com l'actual on el canvi tecnològic és cada vegada més ràpid i les necessitats de les empreses varien ràpidament, és necessari enfortir un lligam d'interacció entre empreses/universitats on cadascuna es nodreixi dels coneixements de l'altra, afavorint un intercanvi d'informació i coneixement el més fluid i dinàmic possible. Així doncs, és necessari establir una connexió, el més eficient possible, entre el món laboral i el món docent, de manera que els futurs titulats universitaris puguin ser el màxim de resolutius a l'hora de trobar solucions adaptades a cadascuna de les necessitats que se'ls puguin plantejar.

Podem entendre el resultat del treball col·laboratiu com aquell que s'obté després de sumar les aportacions que fan els diversos membres del grup de manera qualitativa i quantitativa de manera que el resultat assolit al final esdevingui millor que el que s'hagués obtingut si els membres que formen el grup haguessin treballat per separat i sense comunicació col·laborativa entre ells.

Aquesta no és una tasca sempre fàcil ja que implica la voluntat clara dels diversos integrants de voler treballar d'aquesta manera, ja que si no és així no s'obtindrà el resultat desitjat, i probablement esdevingui una pèrdua de temps per el conjunt. A tot això cal sumar a més a més la tendència d'algunes persones a no compartir els seus coneixements adquirits, ja que creuen que la informació és poder i que d'aquesta manera juguen un paper indispensable. Res més lluny de la realitat, cal potenciar la manera d'entendre el treball d'una manera col·laborativa, tenint en compte els avantatges que comporta el compartir la informació i el coneixement amb els companys de treball; aconseguint d'aquesta manera un resultat final millor que no pas si es treballés de manera individual.

Aquest escrit proposa un procediment de treball, que es desitja implementar en els propers cursos de l'assignatura de Dinàmica de Fluids Computacional en els estudis d'Enginyeria Industrial de la Universitat de Girona, per tal de posteriorment poder fer un anàlisi comparatiu amb el resultat obtingut basant-se en aquest mètode i comparant-lo amb les evaluacions de cursos anteriors. Així d'aquesta manera serà possible visualitzar els punts forts i mancances del dos mètodes per tal de comprovar si s'obté el resultat esperat o no a partir de les modificacions proposades.

INTRODUCCIÓ

Començarem per descriure les línies clau en què consisteixen aquestes pràctiques:

Es parteix de la intenció de fer anàlisis de casos reals, relacionats amb la branca de la mecànica de fluids, des d'un punt de vista teòric (mitjançant computadors) amb l'avantatge que es pot fer una aproximació mitjançant simulacions numèriques de quin serà realment el comportament real del fluid sense la necessitat d'haver d'assajar un model construït a escala real, amb l'estalvi de temps i de diners que això comporta. Un possible cas podria ser per exemple determinar les forces de sustentació i de fregament que experimenta un perfil aerodinàmic quan està sotmès a un fluxe d'aire.

L'estudi de casos pràctics permet que l'alumne pugui prendre constància de la complexitat i la problemàtica associada d'assajar casos reals en comptes d'estudiar casos preparats amb finalitat purament acadèmica, que al cap i a la fi serà el que realitzarà una vegada finalitzats els seus estudis. Finalment el que es pretèn no és només que l'alumne aprengui a treballar amb aquests programes sino que també aprengui una manera de treballar i d'interactuar amb els seus companys que li sigui útil a dintre i fora de la universitat.

A grans trets el treball que es porta a terme durant les pràctiques es pot dividir en aquestes etapes:

- Generació de la geometria (la part fluida) del cas que es pretèn estudiar. Caldrà estudiar quina és la millor manera de representar el model que es vol simular, ja sigui per exemple en dues o tres dimensions.
- Mallat de la geometria, que consisteix en realitzar una discretització de la geometria del fluid en una sèrie de punts on s'analitzaran les propietats del fluid (velocitat, pressió...), atenent a unes condicions de contorn que s'imposaran a partir de les característiques del cas en particular que es vol analitzar. En aquest punt caldrà definir si es fa la simulació en estat estacionari o en estat transitori; la tipologia de les condicions de contorn...
- Fer el càlcul iteratiu mitjançant computadors, per arribar al resultat final de la simulació.
- Extracció i anàlisi de resultats per establir-ne conclusions i portar a terme modificacions i/o accions de millora en cas necessari i si fes falta repetir el procés des del primer pas.

Nexe d'unió entre el procediment que es pretén establir en les pràctiques i la similitud de la resolució d'un cas real en una empresa:

En els casos reals, en les empreses, és habitual la situació d'haver de treballar en equips de manera que es puguin aprofitar els coneixements i els punts de vista dels diversos integrants del grup per arribar a una solució de consens que resolgui la problemàtica plantejada inicialment; evidentment no tots tindran la mateixa solució per al problema, però sumant les idees i coneixements d'uns i d'altres de ben segur que aconseguiran resoldre'l.

Tanmateix, quan és necessari resoldre alguna qüestió no sempre es disposa de tota la informació necessària i cal fer simplificacions i/o suposicions (cosa que permetrà l'interacció entre els diversos participants fins arribar a un acord). Tot aquest treball previ de recol·lecció d'informació, pluja d'idees i consens final, evidentment es pot potenciar també a la universitat. Una possible manera de fer-ho seria implementar hipotètiques problemàtiques que es poguessin produir a les empreses i intentar reproduir-les als laboratoris de pràctiques

relacionades amb l'assignatura de dinàmica de fluids computacional (com per exemple problemes de transferència de calor, aerodinàmica...), de manera que els alumnes les haguéssin de resoldre en un temps pactat i en equips, de manera consensuada; tot això prèviament havent-los facilitat unes mínimes dades del problema que caldria solucionar, i que ells haurien d'ampliar seguint el seu propi criteri.

Si tot i així no s'hagués aconseguit solucionar el problema en el temps estipulat, caldria redactar un informe tot indicant els punts on creuen que s'han produït els errors, intentant identificar els punts forts i els punts dèbils del grup per tal de millorar-los de cares a la resolució de propers casos.

Consideracions prèvies abans de l'inici del curs:

Per tal de que el procés pugui funcionar amb èxit caldrà vèncer, ja d'entrada, diversos obstacles:

- 1) *La tendència innata a la resistència o oposició al canvi* que alguns alumnes poden presentar de manera inconscient; una vegada ja es té una manera de treballar 'estandarditzada' (tot i que no té per què ser la més efectiva) és difícil de canviar.
- 2) *Els diversos estils d'aprenentatge*, ja que no totes les persones aprenen o generen el seu coneixement de la mateixa manera.
- 3) *Escollir el model educatiu* que més s'ajusti a les necessitats dels alumnes.
- 4) *Aprendre diverses tècniques o tecnologies de la informació*, de manera que es pugui afavorir l'intercanvi d'informació, i que es pugui fer d'una manera ràpida.
- 5) *Treballar amb un grup heterogeni*, de manera que no hi hagi una visió predominant que es pogués imposar per damunt de les altres.

Des d'aquest punt de vista, és necessari fer entendre als alumnes que cal treballar de manera conjunta i és en aquest apartat on la universitat podria jugar un paper important a l'hora de crear aquest hàbit entre els estudiants. Caldria que d'alguna manera el professor fos el guia o mediador, no ja aportant el seu coneixement als alumnes, sino plantejant problemes o vies de recerca d'informació de manera que els estudiants siguin ells mateixos qui d'alguna manera generin el seu propi saber; tot això portant-se a terme d'una manera diferent de la que s'ha estat fent fins a l'actualitat on el professor jugava un paper central a l'hora de transferir el coneixement cap als alumnes.

DESENVOLUPAMENT I AVALUACIÓ

Per poder enfocar la docència de l'assignatura d'aquesta manera cal prendre diverses decisions que es llisten a continuació:

Generació dels grups de treball

Abans de generar els grups cal fer-se algunes preguntes:

- a) Aquests grups es mantindran durant tot el curs? (i per tant comporta la necessària realització d'un treball d'un abast més gran), o bé seran grups que s'aniran renovant de manera continuada, per exemple mensualment? (així d'aquesta manera les tasques encomanades han de ser més reduïdes). Si els grups es canvien de manera constant no es dóna temps a que aquest assoleixi un rodatge així com un sentiment individual de

pertinença al grup; ara bé, si els grups es mantenen durant tot el curs s'impossibilitza l'opció de treballar amb altres companys.

- b) Es deixa que els alumnes escolleixin a l'atzar quins seran els integrants de l'equip, o bé és el professor qui s'encarregarà de generar equips equilibrats on es generi un ambient segur, comfortable i estimulant on s'afavoreixi la participació?
- c) Quines han de ser les dimensions dels equips? Si es formen grups per parelles és bastant probable que un dels dos domini sobre l'altre; per altra banda, si es fan grups molt grans és bastant probable que no tots tinguin una quota de participació ben equilibrada.

Finalment per saber si els grups han estat generats de manera adequada, se'ls podria demanar que responguessin de manera totalment anònima un formulari amb les coses que els agraden o bé les coses que desitjarien canviar del grup al que pertanyen.

Interacció entre el professor i els estudiants

Es combinaran les classes pràctiques amb una part d'explicació prèvia per part del professor, seguides d'activitats en equip realitzades per els alumnes.

Durant l'etapa de les activitats d'aprenentatge col·laboratiu el professor s'anirà desplaçant d'equip en equip tot escoltant les converses que s'estan portant a terme i intervinguent quan així ho consideri oportú. Aquest intentarà guiar-los durant tot el procés i els farà suggerències de com avançar o bé d'on podrien recopilar informació per continuar endavant amb el treball. S'intentarà proporcionar el mateix temps d'atenció a tots els grups.

Tasques a realitzar per part del professor

Per tal d'assegurar que els estudiants mantinguin la concentració i l'atenció en el tema que s'està tractant, caldrà que el professor realitzi diverses tasques:

- Captar l'atenció dels estudiants en el tema que es desitja tractar abans d'introduir-los nous conceptes. Principalment i en la mesura del possible s'intentarà utilitzar imatges que resumeixin el que es desitja fer i que siguin impactants.
- Intentar combinar diverses fonts d'informació com per exemple vídeos, imatges, aplicacions pràctiques en el món real del que s'està estudiant...
- Verificar que els temes que se'ls ha explicat fins el moment han quedat clars.
- Proporcionar casos pràctics on es pugui simular amb el programari utilitzat per l'assignatura la teoria tractada fins el moment. Caldrà assegurar que no passi un temps excessiu entre el que s'ha explicat i la seva execució pràctica.

Una altra tasca que ha de facilitar el professor és que dintre del grup tothom participi de manera activa. Per fer-ho es podrien assignar diversos rols als alumnes:

- El supervisor que verifiqui que els temes que han de ser tractats siguin realment tractats, i vetllar perquè no es desviï l'atenció cap a una altra direcció.
- El moderador que s'ocuparà que tothom tingui el seu temps de participació de manera equitativa.
- El reporter que s'encarregarà d'anar anotant les idees que vagin sorgint al llarg de la sessió.
- El motivador que s'encarregarà d'elogiar les aportacions que facin els companys.
- L'àrbitre que s'encarregarà de questionar idees i proposar-hi alternatives.

Com evaluar el treball realitzat pels estudiants

A mesura que el professor ha pogut visitar tots els grups durant la classe i escoltar les seves discussions, haurà pogut comprovar realment la implicació de cada grup en la tasca que se li havia encomanat. Serà important valorar les aportacions que hagin fet cadascun dels membres en el sí del grup sobre si s'ajusten sobre el que se'ls ha demanat; si les idees exposades pels participants han estat rebatudes i profundament analitzades o bé si han anat exposant idees sense estar les unes lligades amb les altres.

És interessant demanar als alumnes que entreguin informes dels treballs que han anat fent fins el moment, de manera periòdica i pel web per exemple via 'Moodle', de manera que tots puguin veure en temps real les modificacions que caldria realitzar al treball i que pogués ser editat de manera interactiva per tots ells. També es podria crear un fòrum virtual on s'intercanviessin informacions entre els alumnes i els professors.

S'aconsella dividir una tasca en diverses subtasques de tamany reduït de manera que el control del treball realitzat fins el moment es pugui fer d'una manera més ràpida i fàcil i no s'hagi d'esperar al final del procés per obtenir una nota final. Serà més motivador per a l'alumne saber les notes etapa per etapa que no pas la nota final ja que així permetrà saber al grup si està treballant en la bona direcció o no.

Així doncs, uns aspectes que caldria potenciar podrien ser els que es llisten a continuació:

- El desenvolupament personal de l'estudiant.
- Generar un ambient on s'estimuli la creativitat, on aflorin noves idees, nous punts de vista...
- Aconseguir que visualitzin el treball en grup com una oportunitat i no pas com una amenaça, on cal saber escoltar les aportacions dels diversos membres del grup, sense que cap d'ells tingui un paper destacat sobre dels altres.
- Aprofitar l'experiència individual de cadascun dels integrants per afavorir l'enriquiment del grup.
- Cal establir unes regles de treball, de manera que aquestes potenciïn la creativitat i que permetin un creixement individual a partir del creixement en grup.
- Finalment, establir uns objectius finals que cal assolir com a grup, que és la resolució del problema o temàtica que s'hagi definit inicialment.

Per aconseguir desenvolupar els aspectes que s'acaben de comentar serà necessari impulsar i afavorir un marc de comunicació entre els alumnes que sigui atractiu, fàcil d'utilitzar i accessible a qualsevol hora del dia i que en definitiva acabi essent efectiu. Avui en dia aquesta tasca ha estat extensament tractada i està ben resolta ja que s'han impulsat diverses plataformes d'interacció, com per exemple les xarxes socials educatives, entorns de treball virtual com el Moodle on és fàcil accedir-hi a qualsevol hora del dia i intercanviar informació amb altres membres, escriptors virtuals... i per altra banda també es disposa de diversos fòrums especialitzats en temàtiques on es resolen dubtes, es comparteixen opinions i maneres de treballar.

Una vegada ja es disposa de la xarxa d'intercanvi d'opinions i d'informacions entre el grup, farà falta establir unes línies directrius als alumnes per tal de que puguin portar a terme una recerca d'informació ràpida i efectiva (biblioteques, pàgines web, revistes especialitzades...).

Tot aquest procés es donarà per finalitzat quan es faci l'entrega d'un treball al professor per tal de que aquest valori fins a quin punt s'han aconseguit els objectius marcats inicialment. És en aquest punt on caldrà definir unes pautes de com hauria de ser el treball:

- 1) Els alumnes hauran de presentar un resum del seu treball a través d'una presentació oral a la resta dels companys del curs en el que han participat. Se'ls donarà un temps limitat de com a màxim quinze minuts per explicar l'enunciat del treball, quines eines han utilitzat, el procediment que s'ha seguit, quins resultats han extret i finalment quines conclusions es deriven del seu treball.
- 2) L'exposició serà realitzada pel conjunt de tots els membres del grup, i serà el professor qui n'estableixi l'ordre de participació. És d'aquesta manera que serà possible assegurar-se que tots ells hagin assolit els coneixements desitjats.
- 3) Una vegada finalitzada l'exposició s'obrirà un torn de preguntes per part dels altres companys que han fet la mateixa assignatura per aclarar aspectes que no hagin quedat del tot clars.
- 4) Finalment hauran de respondre les preguntes que els formularà el professor.
- 5) Caldrà també entregar el treball en format electrònic explicant d'una manera clara tot el procediment seguit. A més a més caldrà presentar una fulla de reunions del grup on s'especifiqui la data de les reunions del grup, quins han estat els aspectes tractats, quines discussions hi han hagut i finalment a quines conclusions s'han arribat en cada reunió. Seria interessant que també aportessin un document on s'especifiqui quins eren els objectius que s'havien marcat aconseguir abans de que la reunió es portés a terme i si al final de la reunió aquests objectius s'han assolit o no.

Altres perspectives del treball col·laboratiu:

- 1) Inicialment pot semblar que aquesta manera de treballar consumeixi més temps que no pas la manera tradicional. Si bé és cert que això pot passar en un estadi inicial (quan tots els participants no s'han acoblat els uns als altres, ja sigui perquè no els coneixen o no estan habituats en aquest mètode de treball), s'ha pogut comprovar que quan s'ha assolit un cert rodatge el grup resol els diversos problemes que se'ls planteja d'una manera més ràpida i efectiva que no pas si treballessin de manera individual.
- 2) Els dubtes que puguin sorgir per part d'un grup durant les classes, seran analitzats i discutits per la resta de grups i intentaran buscar-ne la resposta.
- 3) L'evaluació final de cadascun dels alumnes es farà de manera que comporti una participació de manera proporcional per part de tots els companys. Per assegurar-se que tothom hagi treballat de manera activa i equitativa, es proposarà que la nota de cada etapa intermitja s'obtingui a partir d'unes preguntes que el professor realitzarà a l'equip de manera aleatòria a qualsevol dels participants.
- 4) Serà el professor qui haurà de vetllar perquè es crei un bon ambient de treball que afavoreixi la interacció.
- 5) Caldrà perdre la por a que els alumnes dediquin les hores de classe a socialitzar-se entre ells enlloc de dedicar-se a resoldre les qüestions que se'ls ha proposat. Per tal de que es centrin en l'activitat encomanada haurà de ser el professor el que els proposi activitats que els mantingui desperta la seva curiositat en l'activitat.

ANÀLISI DE RESULTATS

Una vegada finalitzat el curs caldrà fer una revisió global de l'assignatura i fer-se les següents preguntes sobre les que caldrà reflexionar i debatre:

- El grau d'implicació dels alumnes ha estat l'esperat? És a dir, s'han involucrat en el procés de definició del cas, recerca d'informació, participació en la presa de decisions i anàlisi de resultats, o bé s'han deixat guiar per la resta de companys i han participat poc?.
- Tot el procés ha estat enriquidor per a l'alumne?.
- Aquesta manera de treballar li ha estat útil, o prefereix l'enfoc tradicional (seguir les pautes que va marcant el professorat)?.
- La presa de decisions ha estat consensuada amb tots els membres del grup?.
- L'alumne percep que aquest nou procediment de treball li serveix per evaluar els seus coneixements de manera correcta?.
- L'estudiant creu que aquesta manera de treballar li serà útil una vegada s'hagi incorporat en el món laboral?.
- Els mètodes virtuals (moodle, correu electrònic..) per a la interactuació dels estudiants amb els professors ha permès una comunicació fluida?

CONCLUSIONS

Tot i que aquest procediment de treball encara no s'ha portat a terme, està previst implementar-lo durant el proper any de docència de l'esmentada assignatura.

Es portarà a terme la comparació d'aquests resultats amb els resultats obtinguts en anys anteriors i caldrà analitzar diversos aspectes:

- Comprovar si realment s'han assolit els objectius proposats inicialment.
- Contrastar si hi ha hagut un increment en el nombre de notables i/o excel·lents respecte el total de matriculats. Tanmateix també caldria valorar si la nota mitjana de l'assignatura ha augmentat.
- Avaluar la participació dels alumnes en cadascuna de les etapes que s'han portat a terme durant el curs.
- A partir del treball que cal entregar a final de curs així com de la presentació oral que cal realitzar (i també a partir de les preguntes que el professorat realitzarà als estudiants) es podrà contrastar el grau de coneixement adquirit per cadascun dels membres dels grups, en contrast amb la nota del treball final conjunta de tots els alumnes.
- Prendre nota del feedback proporcionat per els alumnes de cares a realitzar possibles millores i modificacions.

BIBLIOGRAFIA

Felder, Richard M., and Rebecca Brent. (1994). "Cooperative Learning in Technical Courses: Procedures, Pitfalls, and Payoffs." ERIC Document Reproduction Service Report ED 377038

F.Barkley, Elizabeth; Cross, K. Patricia and Howell Major, Claire. "Técnicas de aprendizaje colaborativo". Ministerio de Educación y Ciencia i Ediciones Morata, S.L.

<http://www.collaborativelearning.org/>

Qüestions i/o consideracions per al debat

- Els resultats basats en un aprenentatge col·laboratiu són millors que els obtinguts pel mètode tradicional, i per tant, més competitiu?
- Aquest nou enfoc ha resultat en algun cas una experiència negativa per part dels docents, degut a la oposició dels alumnes a treballar d'aquesta manera?
- Les dificultats que pressuposa aquest procediment es veuen recompensats per els beneficis obtinguts per part dels alumnes?
- Aquest mètode accelera l'adquisició de coneixements per part dels estudiants?
- La preparació de les classes comporta un esforç molt gran a l'hora de preparar les classes enfront a l'enfoc tradicional?