

El seguiment i l'avaluació de l'aprenentatge col·laboratiu en entorns virtuals: un model informacional

Santi Caballé Llobet

Presentació

En aquest capítol es donen a conèixer els resultats de les experiències portades a terme en diferents projectes d'innovació docent i recerca^{1 2 3}, sobre el desenvolupament de sistemes d'informació i eines tecnològicament avançades per a donar suport a l'aprenentatge col·laboratiu real en línia. Com a hipòtesi de partida, basem l'èxit de l'aprenentatge col·laboratiu en l'extracció de coneixement rellevant fruit de l'anàlisi de dades de les interaccions virtuals que es produeixen en aquests entorns. El propòsit és donar consciència eficaç als estudiants i

- 1 Convocatòria APLICA 2007, modalitat PID (actuacions transversals d'innovació): "Desenvolupament d'una eina de treball col·laboratiu". Finançat per la UOC (Ref.: IN-ATI0714).
- 2 Millora de la qualitat docent (MQD): "Desenvolupament de sistemes d'informació per al seguiment, avaluació i potenciació de l'aprenentatge en entorns virtuals". Finançat per l'AGAUR (Ref.: 2008MQD 00177).
- 3 Setè Programa Marc 2010-2012: "Adaptive Learning via Intuitive/Interactive, Collaborative and Emotional System (ALICE)". Finançat per la European Commission under Collaborative Projects, (Ref: Theme ICT-2009.4.2 - Technology-Enhanced Learning, Grant Agreement n. 257639).

professors, així com realimentació i capacitat de seguiment de l'activitat i dels participants, tant per a informar del rendiment del grup com de la col·laboració. El seguiment és una característica especialment important per als professors i tutors en línia, ja que poden utilitzar aquesta valuosa font d'informació com a eina metacognitiva per a regular més convenientment el procés d'aprenentatge col·laboratiu, i d'aquesta manera proporcionar suport adequat en cas de necessitat. A més, l'aprenentatge i l'adquisició de coneixement es pot potenciar en gran mesura presentant coneixement seleccionat als estudiants pel que fa a les seves habilitats particulars exhibides durant la interacció, com l'impacte i l'eficàcia de les seves contribucions. En efecte, fent que els estudiants siguin conscients tant del seu propi progrés d'aprenentatge com del progrés dels seus companys de grup se'n fomenta la participació individual, i alhora s'estimula el rendiment general de grup. L'objectiu d'aquest treball és la construcció d'un model que aconseguixi donar suport i avaluar de manera més eficaç el procés col·laboratiu, mentre es potencia i es millora l'experiència d'aprenentatge. Per a la validació d'aquest model s'ha emprat un entorn real d'aprenentatge en línia per a experimentar en activitats reals d'aprenentatge col·laboratiu asíncron.

Introducció

Un tema de recerca molt actiu en el camp del computer-supported collaborative learning (CSCL) [1] és la gestió de la informació de la interacció generada durant l'activitat en grup en pràctiques d'aprenentatge col·laboratiu, per al seu posterior ús en la presentació del coneixement extret sobre el comportament interactiu [2]. Aquesta perspectiva és especialment interessant en l'actual canvi de paradigma educatiu tradicional (centrat en la figura del docent) cap a un paradigma educatiu emergent que considera els estudiants com a actors actius i centrals en el

seu procés d'aprenentatge. En aquesta nova generació de la societat de coneixement, els estudiants aprenen, amb l'ajuda dels docents, la tecnologia i els altres estudiants, el que ells potencialment necessiten per tal de desenvolupar les seves activitats acadèmiques o professionals futures [3].

Per tal de poder gestionar correctament aquesta informació, el primer pas és recollir les grans quantitats de dades que es generen a partir de la interacció asíncrona, normalment emmagatzemades en fitxers log, que inclouen aspectes complexos del procés d'aprenentatge i del treball col·laboratiu (per exemple, el benestar del grup, així com l'avaluació de l'activitat de grup, dels membres i autoavaluació [2]). En un segon pas, aquesta informació s'analitza per extreure coneixement que realimenta i es presenta als participants de forma apropiada per tal d'influenciar el seu procés col·laboratiu, i fer possible, per exemple, que els estudiants comparin el seu rendiment individual amb el rendiment global del seu grup [4]. Aquesta informació també és molt útil per al docent, que pot identificar aquells grups i individus amb un baix nivell d'activitat, i d'aquesta manera proporcionar ajuda en el moment que és necessària [5], [11].

El context real d'aquest treball és l'entorn d'aprenentatge virtual de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC)⁴. Bona part del model pedagògic de la UOC es sustenta en el treball col·laboratiu i, en particular, en la participació en debats en línia, amb el propòsit de compartir i discutir idees. Certament, el procés de discussió exerceix un paper molt important, en què els participants reflexionen sobre l'activitat que estan portant a terme, col·laboren uns amb altres a través de l'intercanvi d'idees que sorgeixen durant la discussió, proposen nous mecanismes de resolució, i justifiquen i refinen les seves pròpies contribucions per adquirir, finalment, nou coneixement [6].

4 La Universitat Oberta de Catalunya (UOC) ofereix educació a distància a través d'internet des de 1994. En el moment d'aquest escrit, al voltant de 60.000 persones, entre estudiants, professors i tutors, participen en algun dels més de 600 cursos oficials en línia que formen part dels 23 graus i altres programes de postgrau i de doctorat.

En conseqüència, el tema central del capítol és, en primer lloc, com modelar un escenari CSCL basat en la discussió que pugui ser utilitzat en situacions de resolució de problemes col·laboratius complexos, i que permeti al docent tant analitzar de forma efectiva les interaccions de grup com proporcionar suport adequat en el moment que calgui. En segon lloc, com extreure coneixement rellevant de la col·laboració per tal de proporcionar als estudiants realimentació i consciència respecte a l'avaluació i rendiment tant individual com de grup. Per tot això, cal que les aplicacions CSCL incorporin capacitats per a gestionar la informació i el coneixement extrets de la interacció generada per l'activitat del grup, i utilitzar-la per aconseguir un seguiment i una avaluació del treball col·laboratiu més eficaços [2].

Aquest capítol proposa respostes a tots aquests reptes i problemes. Per a això, s'organitza com segueix: el següent apartat introdueix les idees principals del marc teòric dels processos de discussió col·laborativa, el propòsit del qual és modelar les interaccions principals que descriuen un procés de discussió genèric, així com proporcionar un esquema global per a propòsits de seguiment. A partir d'aquests principis, posteriorment es descriu la metodologia i els resultats d'avaluació assolits a partir de l'ús d'una aplicació informàtica *ad hoc* que proporciona coneixement efectiu als estudiants, i alhora ajuda els professors mitjançant informació sobre el procés de discussió. Finalment, el darrer apartat conclou el capítol resumint les principals contribucions presentades i destaca el desenvolupament actual i futur del treball presentat en aquest capítol.

Un model informacional per a l'anàlisi de les interaccions en el procés de discussió

Atès l'important valor afegit que aporten els grups de discussió asíncrons en línia com un dels elements principals del model pedagògic en moltes organitzacions educatives, esdevé

essencial disposar d'eines de comunicació adequades que donin suport a tot el procés de discussió virtual, que també inclou l'avaluació i el seguiment dels estudiants. En aquest context, un aspecte cabdal que sorgeix de les interaccions generades durant l'aprenentatge col·laboratiu és el canvi de la divergència a una comprensió compartida, que porti com a resultat una possible construcció del coneixement.

El problema de base és entendre com es van desenvolupant les interaccions col·laboratives en el temps, per exemple si els estudiants aporten nous temes (idees) amb més freqüència mentre es familiaritzen amb la discussió, i amb els altres participants de la discussió, i si la construcció de coneixement compartit es fa més rica en el temps. També, l'evidència que els estudiants han estat capaços d'arribar a comprendre els temes discutits a partir de la interacció amb els altres [7], [8] i [9]. Per donar respostes a aquestes qüestions, el model aquí presentat identifica i examina una varietat d'elements que contribueixen a la comprensió de la naturalesa de les interaccions col·laboratives, com passivitat, proactivitat i reactivitat, així com de l'efectivitat i l'impacte de les contribucions que porten a l'assoliment de l'objectiu global de la discussió (es pot trobar una descripció completa d'aquest model a [4]).

En conjunt, es fa evident que existeixen multitud d'aspectes i elements de discurs que fan un paper clau tant per fomentar la participació de l'estudiant com per potenciar el rendiment individual i de grup, com ara l'impacte i l'efectivitat de les contribucions dels estudiants, entre altres, que s'exploren en aquest treball. Fent aquests elements explícits, aquest model de discussió assoleix uns alts índexs de participació dels estudiants, alhora que incrementa la qualitat de les contribucions de manera més efectiva i natural.

Es pot observar com aquesta proposta va més enllà d'una simple anàlisi de les interaccions que es produeixen en la discussió asíncrona, en el sentit que es construeix un model multifuncional que fomenta la construcció i compartició de coneixement,

desenvolupa el sentit de comunitat entre els estudiants, proporciona al professor una eina útil per al seguiment dels estudiants i l'avaluació de la discussió, alhora que proporciona consciència i realimentació, tant del grup com dels altres participants, i d'un mateix. És cabdal, per tant, una eficient gestió d'informació tant quantitativa com qualitativa, per poder transformar-la en coneixement útil per a totes les parts implicades d'una manera clara i eficaç.

Per altra banda, un altre repte important al qual els docents han de fer front és els alts índexs d'abandonament que habitualment afecten qualsevol tipus de formació a distància [3]. Efectivament, la mateixa naturalesa de l'educació a distància crea una sensació d'aïllament en els estudiants, que es senten desconectats del docent, de la resta de la classe, i fins i tot de la institució. És fa necessari, per tant, que els docents guiïn i proporcionin suport a les activitats dels estudiants, així com la realimentació d'aquestes activitats. Tanmateix, avaluar centenars de contribucions en una discussió virtual amb molts participants, igual que fer un seguiment exhaustiu de totes les activitats dutes a terme, són tasques molt feixugues i costoses en temps per al docent que poden arribar a ser inviàbles.

Encara es fa més problemàtic entendre a fons les interaccions entre els membres dels grups durant les activitats col·laboratives, i en particular, de les discussions, per tal d'identificar els actors pertinents (els participants actius i passius d'una discussió), i poder detectar aquells estudiants que tenen més probabilitats d'abandonar l'activitat, així com percebre possibles conflictes interns o un mal funcionament del grup, i poder redreçar la situació abans no sigui massa tard [1], [2]. Per fer front a tots aquests reptes, aquest model aporta informació als docents que els facilita el seguiment del comportament dels estudiants i de l'activitat del grup en moments i fites específiques de les activitats col·laboratives, alhora que obté realimentació dels estudiants, cosa que permet donar suport als grups amb un baix nivell d'activitat, així com proporcionar ajuda immediata segons les necessitats.

En conseqüència, l'anàlisi de les interaccions que ocorren en un procés de discussió en línia esdevé essencial, ja que ens aporta conclusions molt útils sobre aspectes crucials de la col·laboració, com la dinàmica, el rendiment i l'èxit del treball en grup i individual, alhora que permet al docent disposar d'una perspectiva global del progrés del treball col·laboratiu, i poder fer un seguiment molt millor de tot el procés d'aprenentatge. L'objectiu particular d'aquest model és proporcionar indicadors fiables que qualifiquin les contribucions, així com fomentar les dinàmiques de la discussió a partir d'incrementar la interacció dels participants. La definició i mesura d'aquests indicadors, utilitzats per avaluar el comportament participatiu, la construcció del coneixement i el rendiment, estan àmpliament descrits a [4] i [13].

Avaluació del model per al suport a les discussions en línia

Per tal d'avaluar les idees presentades a l'apartat anterior, es va utilitzar un prototip d'una eina de debats anomenat Fòrum de discussió (FD) (per a una descripció detallada d'aquesta aplicació, vegeu [4], [12], [13] i [14]), el qual també es va desenvolupar en el marc dels esmentats projectes d'innovació, amb l'objectiu de disposar de noves oportunitats d'aprenentatge basat en la discussió, i així satisfer nous models pedagògics [13]. Als següents subapartats es descriu aquesta experiència innovadora, així com els resultats assolits en el context d'aprenentatge real de la UOC.

Un fòrum de discussió estructurat i eficaç

L'eina de debat FD [13] dona ple suport al procés de raonament i discussió basat principalment en tres tipus de contribucions genèriques (enunciat del problema, elaboració i consens).

L'enunciat o plantejament del problema arriba durant l'etapa inicial del procés de discussió que normalment porta a terme el docent o el membre moderador del grup, el qual contribueix en aquesta etapa amb intercanvis en què es planteja el problema que es discutirà. L'elaboració es refereix a aquelles contribucions específiques en què es planteja i s'estén un subproblema, i es discuteixen intercanvis de tipus "demandar" o "donar informació", que condueixen a alguna solució. Quan s'ha proposat una o més solucions, tenen lloc intercanvis de tipus "consens" per tal d'aprovar aquestes solucions. Finalment, quan s'arriba a una o diverses solucions consensuades, la discussió es dona per acabada. Els intercanvis de tipus "suport" són transversals a les tres etapes vistes. La Taula 8 resumeix els diferents tipus d'intercanvi generals descrits fins ara.

Tipus d'intercanvis	Categories
Suport	Salutació Ànim
	Motivació
Demana informació	PETICIÓ-Informació
	PETICIÓ-Elaboració
	PETICIÓ-Aclariment
	PETICIÓ-Justificació
	PETICIÓ-Opinió
	PETICIÓ-Il·lustració
Dóna informació	INFORMAR-Estendre
	INFORMAR-Conduir
	INFORMAR-Suggestir
	INFORMAR-Elaborar
	INFORMAR-Explicar/Aclarir
	INFORMAR-Justificar
	INFORMAR-Afirmar
	INFORMAR-Acordar
	INFORMAR-Discrepar
Planteja problema	PROBLEMA-Plantejament

Proporciona solució	PROBLEMA-Solució
Dóna consentiment a la solució	PROBLEMA-Estendre solució
	PROBLEMA-Consentiment solució

Taula 8. Llista d'etiquetes per a qualificar una contribució en una discussió.

El disseny de l'eina FD inclou un conjunt d'etiquetes temàtiques basades en les categories d'intercanvi de baix nivell de la Taula 8 (vegeu també [12] i [15]), per exemple aclarir una informació i demanar una opinió, que permeten qualificar cada una de les contribucions d'una discussió (la Figura 31 mostra l'acció d'etiquetar una contribució amb una de les categories proposades). Com a resultat, s'obté una estructura compacta del procés de discussió que en facilita el processament i el posterior anàlisi d'aquesta informació, alhora que resumeix i identifica la intenció del contingut de la contribució.

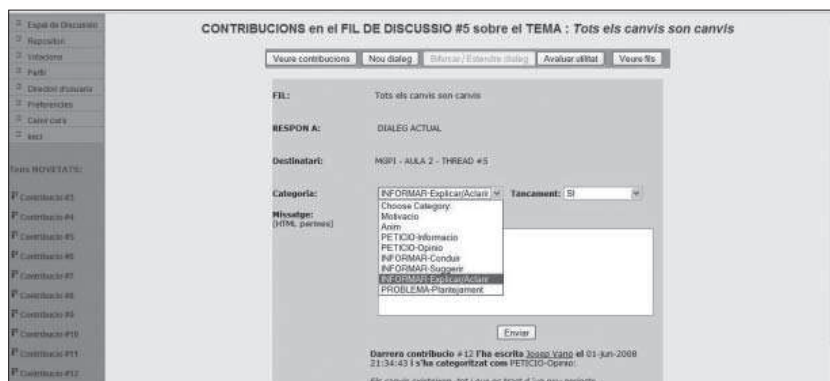


Figura 31. Etiquetatge d'una contribució en un moment concret de la discussió.

Classificació automàtica de missatges

Per tal d'evitar una tria feixuga de l'etiqueta apropiada, en cada moment del procés de discussió es proporciona una llista curta i més precisa de només aquelles categories que són possibles (per exemple, per classificar una resposta de qualsevol tipus

de petició només es proporcionen les etiquetes que impliquen aportar informació, que són les úniques possibles). Això fa que la tria sigui més senzilla i menys propensa a errors (vegeu la Figura 31). A més, el docent comprova i avalua la qualitat de totes les contribucions, basades en part en les etiquetes triades pels estudiants per categoritzar-les.

Una altra innovació encara més important per augmentar la fiabilitat durant la categorització és l'automatització completa del procés d'etiquetatge. D'aquesta manera, s'eviten errors alhora que s'allibera els estudiants d'aquest procés d'etiquetatge. Per fer front a aquest important repte, es van recollir més de dues mil contribucions ja categoritzades amb l'eina FD durant diferents debats reals sobre temes de discussió dintre d'un mateix domini. Les etiquetes de les contribucions van ser revisades i si calia corregides en un dels 6 tipus d'intercanvis possibles (vegeu la Taula 8): suport, plantejar problema, demanar informació, donar informar, solució, estendre solució, consentir solució.

Aquest ampli conjunt d'entrenament va ser tractat com un problema de classificació de classe 6, en què el sistema va aprendre a categoritzar les noves contribucions en una de les 6 categories descrites. Es va portar a terme una simulació amb 20 iteracions, de la qual es va obtenir una mitjana de precisió del 61,29% ($\pm 2.08\%$ en un interval de confiança del 95%). Aquest resultat preliminar constitueix un prometedor intent inicial d'automatitzar la categorització de contribucions a partir del seu contingut (vegeu [15] i [16] per a una descripció completa dels resultats de l'experiment). Tanmateix, es planteja en el futur millorar la metodologia i explorar altres estratègies de classificació i tècniques de normalització de dades.

Resultats de l'avaluació del Fòrum de discussió

Seguint els principis explicats a l'apartat anterior, totes les contribucions es recullen i s'analitzen com a informació de base

per extreure coneixement que es presenta actualitzada als participants en temps real, amb el propòsit de guiar els estudiants durant l'activitat d'aprenentatge, així com per a propòsits de seguiment. A la Figura 32, es pot veure la presentació d'aquest coneixement als estudiants i docents sobre la discussió, en forma de realimentació complexa. Aquesta realimentació permet als estudiants comparar el seu propi rendiment amb el del grup, així com identificar quina dimensió de la seva participació és correcta o necessita una millora. El docent també utilitza aquesta mateixa informació per a les tasques de seguiment, i per deduir en quins aspectes de la discussió l'estudiant necessita ajuda.

POSICIO ESTUDIANT		ACTIVITAT			PASSIVITAT		IMPACTE		EFFECTIVITAT		AVALUACIO	
Pos.	Estudiant	Total Intervencions	Proactivitat	Reactivitat	Support	Pendent llegir	Pendent avaluar	Impacte particip.	Respostes rebudes	Assentiment rebut	Avaluacio companys	Avaluacio coautor
[1]	Carlos Gomez	3/92 3.3%	3/3 100%	0/3 0%	0/3 0%	86/89	86/89	33.0	0/3	33/33 100%	7.5/10 (1)	A.
[2]	Belen Herrero	1/92 1.1%	1/1 100%	0/1 0%	0/1 0%	90/91	90/91	14.0	0/1	14/14 100%	8.8/10 (4)	A.
[3]	Federico Jose Alonso Rafanell	2/92 2.2%	2/2 100%	0/2 0%	0/2 0%	90/90	90/90	7.0	0/2	7/7 100%	8.0/10 (2)	A.
[4]	Fernando	1/92 1.1%	0/1 0%	1/1 100%	0/1 0%	82/91	81/91	-0.5	0/1	13/13 100%	8.0/10 (2)	A.
[5]	Fernando Jose Gullerrez	6/92 6.7%	4/6 50%	4/6 100%	0/6 0%	12/84	13/84	33.0	1/6	32/33 100%	6.5/10 (2)	B.
[6]	Jordi Antoni Aguilas	4/92 4.3%	1/4 25%	3/4 75%	0/4 0%	86/88	73/88	32.5	5/4	60/66 90%	8.9/10 (2)	B.
[7]	Emilio Garcia	3/92 3.3%	2/2 100%	0/2 0%	0/2 0%	95/90	72/90	14.0	1/2	13/16 53%	6.9/10 (3)	B.
[8]	Ortiz Aida	3/92 3.3%	1/2 50%	1/2 50%	0/2 0%	86/90	80/90	12.5	0/2	13/13 100%	7.5/10 (3)	B.
[9]	Javier Gomez	3/92 3.3%	3/3 100%	0/3 0%	0/3 0%	87/90	86/90	7.0	3/3	7/7 100%	6.7/10 (3)	B.
[10]	Nestor Ortega	3/92 3.3%	3/3 100%	0/3 0%	0/3 0%	98/98	88/99	33.0	0/3	33/33 100%	6.0/10 (6)	B.
[11]	Antoni Perez	3/92 3.4%	3/3 90%	3/3 40%	0/3 0%	82/87	87/87	28.3	3/3	33/36 92%	6.9/10 (2)	B.
[12]	Carlos Palomo	3/92 3.3%	3/3 100%	0/3 0%	0/3 0%	9/9	89/89	27.0	0/3	27/27 100%	7.0/10 (4)	C+
[13]	Pilar Nicolas	1/92 1.1%	0/1 00%	0/1 0%	0/1 0%	9/91	89/91	1.0	0/1	1/1 100%	8.	A.
[14]	Abel Vilalba	6/92 6.5%	3/6 50%	2/6 33%	1/6 16%	16/96	86/96	9.0	1/6	10/10 100%	6.1/10 (1)	B.
[15]	Miguel Angel Cabot	2/92 2.2%	2/2 100%	0/2 0%	0/2 0%	90/90	90/90	11.0	0/2	11/11 100%	10.0/10 (1)	C+
[16]	Miguel Angel Salas	3/92 3.3%	1/3 30%	0/3 0%	0/3 0%	88/91	91/91	33.0	0/1	11/11 100%	7.0/10 (1)	B.
[17]	Paulo Charlo	3/92 3.3%	0/3 0%	3/3 100%	0/3 0%	99/99	99/99	1.3	0/3	32/32 100%	7.5/10 (4)	B.
[18]	Oscar Medina	2/92 2.2%	2/2 50%	1/2 50%	0/2 0%	88/90	86/90	11.5	0/2	19/19 100%	6.5/10 (2)	B.
[19]	Albert Gordillo	2/92 2.2%	1/2 50%	1/2 50%	0/2 0%	67/90	60/90	13.8	2/2	23/23 97%	7.4/10 (3)	B.
[20]	Jordi Galarru	1/92 1.1%	1/1 100%	0/1 0%	0/1 0%	90/91	91/91	7.0	0/1	3/3 100%	4.0/10 (2)	B.

Figura 32. Un exemple de realimentació complexa presentada a tots els participants de la discussió.

Finalment, el FD proporciona característiques addicionals de suport als debats, en relació amb les eines tradicionals de suport a aquest tipus d'activitats, per exemple fils de discussió completament separats i bifurcació de diàlegs que es poden obrir i tancar (vegeu [13] per a una descripció de totes les característiques i funcionalitats de l'FD).

Per tal d'avaluar aquest prototip de l'FD i analitzar-ne els efectes en el procés de discussió, 80 estudiants de segon cycle d'Informàtica de la UOC, matriculats en el curs de Metodologia i Gestió de Projectes Informàtics, van participar en aquesta

experiència. Els estudiants van ser distribuïts en dues classes en igual nombre, i van participar en l'experiència al mateix temps i durant el mateix temps (dues setmanes). Els estudiants d'una aula van utilitzar l'eina estàndard de debats de la UOC, mentre que l'altre grup d'estudiants van fer servir l'eina FD com a suport al mateix tipus de debat i amb les mateixes regles.

En comparació amb l'eina de debats estàndard de la UOC, el FD va proporcionar realimentació rellevant sobre el procés de discussió, com la mitjana de la nota qualitativa per a totes les contribucions de cada estudiant, l'avaluació dels altres participants i el nivell de passivitat, impacte i efectivitat de les contribucions de cada estudiant (vegeu la Figura 32).

Els resultats de l'anàlisi estadística dels resultats, comparant l'eina estàndard i l'FD, es mostren a la Taula 9. Tot i que l'eina estàndard va generar més fils de discussió, la majoria eren buits (només 8 fils tenien més d'1 contribució, en contraposició els 42 fils de l'FD). A més, la desviació estàndard (SD) per a l'estadístic fil/contribució va ser el doble en l'FD, cosa que prova l'heterogeneïtat de la discussió amb fils de llargària diversa.

Estadístic	Eina estàndard	Fòrum de discussió (FD)
Nombre d'estudiants	40	40
Nombre de fils de discussió	48	44
Total de contribucions	95	351
Mitjana fil/contribucions	M=1.9 SD=2.4	M=7.9 SD=5.0
Mitjana estudiant/contribucions	M=2.3 SD=1.9	M=8.7 SD=8.1
Mitjana contribució/paraules	M=352 SD=139	M=286 SD=85

Taula 9. L'estadística principal extreta de la discussió que utilitza ambdues eines de discussió.

Els resultats de l'avaluació semiautomàtica van ser també molt interessants, ja que el docent responsable de l'FD va estar d'acord en les notes finals del debat proposades pel sistema en més del 75% dels casos. Efectivament, 31 de 40 estudiants del llistat de l'FD (vegeu la Figura 32) van ocupar la mateixa posició

que en el llistat resultant de l'avaluació manual del docent. A més, el docent va informar dels beneficis en l'ús de l'FD durant el procés de seguiment, ja que li va alleugerir la feixuga tasca manual de les dinàmiques i resultats de la discussió (habitualment amb un rudimentari full de càlcul com a únic suport).

Conclusions i treball futur

En aquest capítol es descriu una proposta prometedora basada en la gestió del coneixement que contribueix a la millora del procés de discussió en entorns d'aprenentatge col·laboratiu virtual, tant des de la vessant de construcció del coneixement com de la de seguiment i avaluació. Els resultats de les experiències no són concloents a causa de la seva naturalesa exploratòria. Tanmateix, l'anàlisi dels resultats obtinguts ha demostrat que la proposta promet beneficis significatius per als estudiants en el context de l'aprenentatge basat en la discussió, i que es pot extrapolar a l'educació en general en entorns formals.

A part dels requisits funcionals vistos aquí, també s'han treballat importants requisits no funcionals de l'eina FD [14], que també influencien el procés de discussió en gran mesura, com l'escalabilitat, la tolerància a fallades, el rendiment de l'aplicació, i la interoperabilitat. El guany en rendiment, per exemple, pot ajudar a incorporar informació encara més complexa de la col·laboració, ja que pot ser processada i presentada en temps real (com modelar el comportament dels participants durant la discussió a partir de combinar informació de navegació i de sessions individuals i de grup). Es pretén explorar aquestes interessants possibilitats properament.

Finalment, es pretén validar a més gran escala el sistema automàtic d'etiquetatge de contribucions descrit (vegeu la Taula 8), per donar un suport més eficaç al seguiment de la discussió, i alhora avaluar amb més objectivitat les dinàmiques col·laboratives que es produeixen en els debats a les aules de la UOC.

Reconeixements

El treball presentat en aquest capítol ha estat finançat pel Vicerectorat d'Innovació de la UOC (IN-ATI0714) i l'AGAUR (2008MQD 00177), així com per la Unió Europea: (VII Framework Programme, Theme ICT-2009.4.2 (Technology-Enhanced Learning), Grant Agreement núm. 257639).

Bibliografia

Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by “Collaborative Learning”? *Collaborative learning. Cognitive and computational approaches*, p. 1-19. Oxford: Elsevier Science.

Daradoumis, T.; Martínez, A.; Xhafa, F. (2006). “A Layered Framework for Evaluating Online Collaborative Learning Interactions”. *Int. J. of Human-Computer Studies*, vol. 64, núm. 7, p. 622-635.

Simonson, M.; Smaldino, S.; Albright, M.; Zvacek, S. (2003). *Teaching and Learning at a Distance*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Caballé, S.; Daradoumis, Th.; Xhafa, F. (2008). “Providing an Effective Structured and Context-aware Asynchronous Discussion Forum for Collaborative Knowledge Building”. Actes del congrés *2008 World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Tele-communications*. Viena, Àustria: AACE Press.

Juan, A.; Daradoumis, T.; Faulin, J.; Xhafa, F. (2008). “Developing an Information System for Monitoring Student’s Activity in Online Collaborative Learning”. Actes del congrés *Second International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems*. Barcelona, Espanya: IEEE Computer Society.

Stahl, G. (2006). “Group Cognition: Computer Support for Building Collaborative Knowledge”. *Acting with Technology Series*. Cambridge, MA: MIT Press.

Puntambekar, S. (2006). "Analyzing collaborative interactions: divergence, shared understanding and construction of knowledge". *Computers & Education*, vol. 47, núm. 3, p. 332-351. Academic Press: Elsevier Ltd.

Schellens, T.; Valcke, M. (2006). "Fostering knowledge construction in university students through asynchronous discussion groups". *Computers & Education*, vol. 46, núm. 4, p. 349-370. Academic Press: Elsevier Ltd.

Soller, A. (2001). "Supporting Social Interaction in an Intelligent Collaborative Learning System". *Int. J. of Artificial Intelligence in Education*, núm. 12, p. 40-62.

Bentley, R.; Appelt, W.; Busbach, U.; Hinrichs, E.; Kerr, D.; Sikkell, S.; Trevor, J.; Woetzel, G. (1997). "Basic Support for Cooperative Work on the World Wide Web". *Int Journal of Human-Computer Studies*, vol. 46, núm. 6, p. 827-846.

Caballé, S.; Daradoumis, T.; Xhafa, F.; Conesa, J. (2010). "Enhancing Knowledge Management in Online Collaborative Learning". *Int Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, vol. 20, núm. 4, p. 485-497. World Scientific.

Caballé, S.; Juan, A.; Xhafa, F. (2008). "Supporting Effective Monitoring and Knowledge Building in Online Collaborative Learning Systems". Actes del congrés *First World Summit on the Knowledge Society (WSKS 2008)*. Atenes, Grècia. LNCS 5288 (p. 205-214), Springer.

Caballé, S.; Daradoumis, T.; Xhafa X.; Juan, A. (2011) "Providing Effective Feedback, Monitoring and Evaluation to On-line Collaborative Learning Discussions". *Computers in Human Behavior*, vol. 27, núm. 4, p. 1372-1381. Elsevier.

Caballé, S.; Xhafa, F. (2009). "Computational Intelligence Infrastructure in Support for Complex *e-learning* Systems". *A: Computational Intelligence for Technology-Enhanced Learning*, 273 (p. 143-168). Berlín, Alemanya: Springer-Verlag.

Caballé, S.; Xhafa, F.; Abraham, A. (2008). "Towards an Automatic Real-Time Assessment of Online Discussions in CSCL Practices". Actes del congrés *Third International Conference on Digital Information Management*. Londres, UK: IEEE Computer Society.

Caballé, S.; Lapedriza, A.; Masip, D.; Xhafa, F.; Abraham, A. (2009). "Enabling Automatic Just-in-time Evaluation of In-class Discussions in On-line Collaborative Learning Practices". *Journal of Digital Information Management*, vol. 7, núm. 5, p. 290-297. Digital Information Research Foundation.