



IMPACTES DE LA INNOVACIÓ EN LA DOCÈNCIA I L'APRENENTATGE

Semblant cerca semblant?

La formació de grups de treball en la pràctica de la programació

Sanou-Gozalo, Eduard

Universitat Politècnica de Catalunya
Facultat d'Informàtica de Barcelona
Jordi Girona, 1-3 08034 Barcelona (Catalunya, Spain)
eduard.sanou@est.fib.upc.edu

Arias Vicente, Marta

Universitat Politècnica de Catalunya
Departament de Ciències de la Computació
Jordi Girona, 1-3 08034 Barcelona (Catalunya, Spain)
marias@cs.upc.edu

Ferrer i Cancho, Ramon

Universitat Politècnica de Catalunya
Departament de Ciències de la Computació
Jordi Girona, 1-3 08034 Barcelona (Catalunya, Spain)
rferrericancho@cs.upc.edu

Hernández-Fernández, Antoni

Universitat Politècnica de Catalunya
Institut de Ciències de l'Educació
Plaça Eusebi Güell, 6 - 08034 BARCELONA (Catalunya, Spain)
antonio.hernandez@upc.edu

- 1. RESUM:** En una assignatura del grau d'enginyeria d'informàtica, la pràctica de programació ha passat de ser un treball individual a un treball en equip, en principi per parelles. L'alumnat té llibertat total per formar equips amb una intervenció mínima per part del professorat.
L'anàlisi de les parelles formades indica que no hi ha una tendència dels alumnes a associar-se amb alumnes de rendiment semblant, potser perquè paràmetres cognitius generals no regeixen la tria de parella acadèmica.
- 2. ABSTRACT:** In a course of the degree of computer science, the programming project has changed from individual to teamed work, tentatively in couples (pair programming). Students have full freedom to team up with minimum intervention from professors.



IMPACTES DE LA INNOVACIÓ EN LA DOCÈNCIA I L'APRENTATGE

The analysis of the couples made indicates that students do not tend to associate with students with a similar academic performance, maybe because general cognitive parameters do not govern the choice of academic partners

- 3. PARAULES CLAU:** Formació d'equips, treball en parelles, programació per parelles, ensenyament de la programació, grau d'informàtica, neuroeducació

KEYWORDS: group formation, work in pairs, pair programming, teaching computer science, degree in computer science, neuroeducation.

4. DESENVOLUPAMENT:

INTRODUCCIÓ

La programació col·laborativa per parelles ha estat subjecte de diversos estudis que defensen que, donada una inversió temporal mínima, implica una millora de les competències comunicatives i de treball en equip, a més de reduir els errors en la programació i millorar la qualitat del codi generat (Cockburn i Williams, 2001, Hughes, 2015), de forma que la programació per parelles (pair programming) s'ha investigat i constatat com una opció òptima per a l'ensenyament-aprenentatge de la programació a diversos nivells educatius (Hughes, 2015; Williams i Kessler, 2003 per a una revisió). Ara bé, com formem doncs les parelles per a millorar l'aprenentatge de la programació?

La formació de grups de treball homogenis o heterogenis és un problema clàssic de l'educació (Esposito, 1973), central en l'aprenentatge cooperatiu (Ashman i Gillies, 2003) i que, fins i tot, s'ha modelitzat teòricament en aproximacions recents de mineria de dades en educació (Bahargam et al, 2015). Massa sovint, encara, s'ha oblidat la seva rellevància en alguns models teòrics d'aprenentatge (Novikoff et al, 2012).

D'altra banda, si ens deixen llibertat, com ens decidim quan triem companys d'equip de treball? Des de la psicologia i la ciència cognitiva s'ha plantejat el problema de la presa de decisions socials, en àmbits molt diversos que van de la tria de parella a la compra de productes en el mercat, contraposant factors emocionals (subjectius), com la felicitat, versus racionals (Hsee i Hastie, 2006, per a una revisió), i en general es ben conegut que tendim a associar-nos amb humans amb característiques semblants a les nostres, fins i tot genèticament (Rushton, 1989; Fowler et al, 2011).

Llavors, en l'educació, en un treball de grup, triarem l'amic o el company que ens ajudarà a millorar la nota? O es que som amics dels que són com nosaltres? En aquest estudi analitzem les dades empíriques d'un cas concret de formació d'equips a l'ensenyament de la programació, en el context de la recerca neuroeducativa actual. Veurem quin paper juga l'afinitat acadèmica en la formació de grups socials a l'aula.



IMPACTES DE LA INNOVACIÓ EN LA DOCÈNCIA I L'APRENENTATGE

LA FORMACIÓ D'EQUIPS A L'ENSENYAMENT DE LA PROGRAMACIÓ

En una assignatura del grau d'enginyeria informàtica, la pràctica de programació ha passat recentment de ser un treball individual a ser un treball en equip, amb equips formats en general per parelles, aprofitant així la seva potencialitat (Hughes, 2015; Williams i Kessler, 2003). L'objectiu inicial d'aquest canvi va ser desenvolupar la competència de treball en equip que aquesta assignatura té assignada, seguint el marc de l'espai superior de l'ensenyament europeu (de Miguel, 2006), que promou el treball en equip com una competència bàsica i transversal de tot titulat universitari (González i Wagenaar, 2003).

En el moment de convertir les pràctiques en un treball en equip, el professorat va estar debatent sobre els possibles avantatges i inconvenients de la posada en marxa d'aquest canvi, i en concret si els equips els haurien de formar els propis docents sota criteris determinats (intervenció educativa directa) o si s'hauria de donar llibertat total als alumnes en la seva configuració, considerant la bibliografia pedagògica sobre la formació de grups (McClure, 1990), les possibilitats fins i tot de fer servir un software de formació de grups (Gogolou et al, 2007) i els múltiples aspectes de l'aprenentatge cooperatiu (Dillenbourg, 1999; Inaba et al, 2000).

Si als alumnes se'ls donés llibertat total, podria passar que tendissin a associar-se amb alumnes de rendiment acadèmic oposat, el que normalment es coneix en sociologia com "dissortative mixing" (Newman, 2010). D'una banda, aquest tipus d'associació podria suposar un greuge per als alumnes de rendiment superior (segurament haurien de fer més feina respecte un alumne de capacitats semblants i es correria el risc d'aconseguir una nota inferior a la que s'aconseguiria individualment). D'altra banda, l'alumne de rendiment inferior es podria beneficiar llavors d'una nota superior a la que aconseguiria individualment, però al mateix temps l'experiència podria suposar una bona oportunitat d'aprenentatge entre iguals gràcies a col·laborar amb alumnat de capacitats superiors. També podria succeir que l'alumnat tendís a associar-se de forma natural amb alumnes de rendiment acadèmic semblant, la qual cosa constituiria un exemple de "assortative mixing" (Newman, 2010).

Per tant, en aquest estudi, analitzem si les capacitats cognitives dels alumnes són les que determinen la formació dels equips, considerant el rendiment acadèmic en la mateixa assignatura com a un indicador de les seves capacitats cognitives generals. Tal com veurem, les parelles no tendeixen a formar-se (de forma estadísticament significativa) entre alumnes de rendiment acadèmic semblant, contrastant amb estudis d'altres àmbits de la ciència cognitiva i la genètica (Fowler et al, 2011).



IMPACTES DE LA INNOVACIÓ EN LA DOCÈNCIA I L'APRENENTATGE

MÈTODES

Les dades analitzades corresponen al quadrimestre de primavera el 2015 de l'assignatura Programació 2 (PRO2). Aquest quadrimestre va ser el primer en què la pràctica de laboratori es va fer en equip. La resta d'evidències d'avaluació de l'assignatura són individuals: hi ha un control de programació previ a la formació dels equips de laboratori, dos exàmens parcials de teoria i un examen de la pràctica.

La docència de PRO2 es divideix primer en grups de teoria i cada grup de teoria en 4 subgrups de laboratori (amb un professor assignat a cada subgrup). En el quadrimestre analitzat hi havia 288 alumnes repartits en 20 subgrups de laboratori. Els alumnes tenien total llibertat per formar equip amb altres estudiants del seu subgrup de laboratori però en principi no es podien formar equips amb membres de subgrups diferents. Per simplicitat, els pocs equips no formats per dues persones (1 o 3 persones) i els seus membres han estat exclosos de l'anàlisi, deixant la mostra a 129 parelles i per tant 258 estudiants. Per tal de poder calcular mesures de semblança entre els estudiants a partir de les seves notes, s'han exclòs aquells estudiants que no tenien nota d'alguna avaluació (no presentat). Finalment tenim una mostra de 105 parelles i per tant 210 estudiants. Un subgrup de laboratori es codifica amb dos dígitos xy on x indica el grup i y indica el subgrup. L'ordre de matrícula es determina per les notes dels alumnes i els alumnes van ocupant els subgrups seguint y creixent. La relació entre y i notes finals de l'assignatura es pot veure a la Figura 1.

Per analitzar la nostra hipòtesi hem fet servir S , la mitjana de la semblança entre les notes obtingudes pels membres d'una parella. La mesura de semblança ha estat el cosinus entre els vectors de notes individuals de cada membre de la parella. Com a hipòtesi de control hem emprat parelles formades a l'atzar amb els mateixos estudiants que en les parelles originals amb la restricció de què els membres de la parella han de ser del mateix subgrup que l'original. El motiu és que als subgrups tendeixen a agrupar-se alumnes amb rendiment acadèmic semblant i, per tant, la sola pertinença al mateix grup de laboratori podria ser causa de notes semblants (Figura 1). Per esbrinar si el valor de S real es significativament alt hem estimat el p -valor (test unilateral) mitjançant un mètode de Monte Carlo amb 10000 rèpliques.

A banda de parelles formades a l'atzar hem considerat un altre control que consisteix a formar parelles a partir de l'ordenació dels alumnes per nota mitjana final dins de cada subgrup: la primera parella la formen els dos alumnes amb nota mitjana més alta. La segona parella la formen el tercer i el quart alumne amb nota mitjana final més alta, i així successivament.



IMPACTES DE LA INNOVACIÓ EN LA DOCÈNCIA I L'APRENENTATGE

RESULTATS

Si el vector de notes conté totes les notes menys la de la pràctica col·laborativa aleshores S és significativament alta ($S = 0.8112$, p -valor = 0.02). En canvi, si el vector de notes conté només el control de laboratori i els dos exàmens de teoria, o simplement els dos exàmens de teoria (és a dir, eliminem l'examen de pràctica), no podem rebutjar la hipòtesi nul·la: $S=0.8971$ (p -valor = 0.38) i $S=0.8289$ (p -valor = 0.31), respectivament. La Figura 2 permet comparar la distribució de S en parelles reals respecte parelles formades a l'atzar, incloent o excloent l'examen de la pràctica.

Això suggereix que l'examen de la pràctica (que avalua el treball en equip, però amb una prova individual) és el responsable de valors de S significativament alts de la primera anàlisi. No podem afirmar que els alumnes formen parelles per factors acadèmics però sí que el treball en equip té un efecte equilibrador de notes entre els membres de la parella, en incloure l'examen de la pràctica. Aquest fenomen es pot copsar fàcilment amb l'ajut de la Figura 2: en ella s'observa que, en incloure l'examen de la pràctica, la densitat de probabilitat es desplaça cap a valors alts de S en les parelles reals mentre es desplaça lleugerament cap a valors baixos de S en les parelles formades a l'atzar.

Si considerem totes les notes menys la de la pràctica col·laborativa, obtenim que el paràmetre de semblança dels alumnes ($S = 0.8112$) és més aprop del control de parelles per nota ($S = 0.8323$) que del control de parelles formades a l'atzar (0.7828). D'altra banda, si eliminem l'examen de pràctica de les notes a considerar, motivats pels resultats anteriors, arribem a uns resultats diferents: el paràmetre de semblança dels alumnes ($S = 0.8289$) està més aprop del control de parelles formades a l'atzar (0.8224) que del control de parelles formades per nota ($S = 0.8617$). Així doncs, eliminant la nota responsable de generar valors de semblança significativament alts entre els membres de les parelles, tot sembla indicar que finalment els alumnes no s'han ajuntat per nota.

DISCUSSIÓ

Els nostres resultats indiquen que els estudiants no mostren ni "assortative" ni "disassortative mixing" per rendiment acadèmic (Newman, 2010) contràriament al que es podria esperar a priori (Fowler et al, 2011, McClure, 1990). No obstant no podem excloure la possibilitat de que les nostres dades no permetin veure preferències acadèmiques realment existents pel fet que les parelles entre subgrups diferents no estan permeses i, com s'ha comentat, atès que per matriculació els subgrups es formen amb alumnes de rendiment acadèmic semblant, la mateixa norma per formar parella dins de cada subgrup podria impedir que les possibles preferències cognitives o acadèmiques de l'alumnat sortissin a la llum.

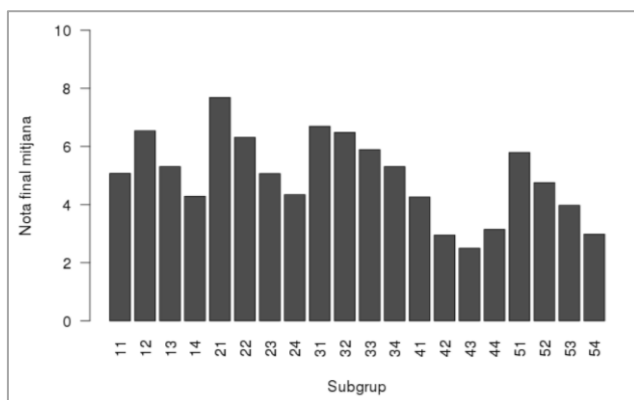


IMPACTES DE LA INNOVACIÓ EN LA DOCÈNCIA I L'APRENTATGE

Els avenços en el coneixement del cervell de ben segur faran possible una nova ciència de l'ensenyament-aprenentatge (Tokuhamu-Espinosa, 2010), que permetrà aprofundir en el paradigma neuroeducatiu (Nouri i Mehrmohammadi, 2012), doncs encara els neurocientífics són just esbrinant els mecanismes cerebrals subjacents en l'educació i com opera el nostre aprenentatge que, fonamentalment, té una base social (Meltzhoff et al, 2009) que explicaria la potencialitat de l'aprenentatge col·laboratiu i la programació per parelles (Williams i Kessler, 2003).

No obstant, donat que la programació per parelles sembla donar bons resultats, pensem que els esforços de recerca educativa s'haurien de centrar precisament en com es formen aquestes parelles, el que és rellevant en especial en el paradigma educatiu del 'pair programming' (Williams i Kessler, 2003). Per tant, en un treball futur caldrà revisar altres paràmetres en la formació de grups, sense intervenció del professorat, per tal d'aconseguir que les parelles o equips de treball finals siguin efectius al màxim (Oakley et al, 2004).

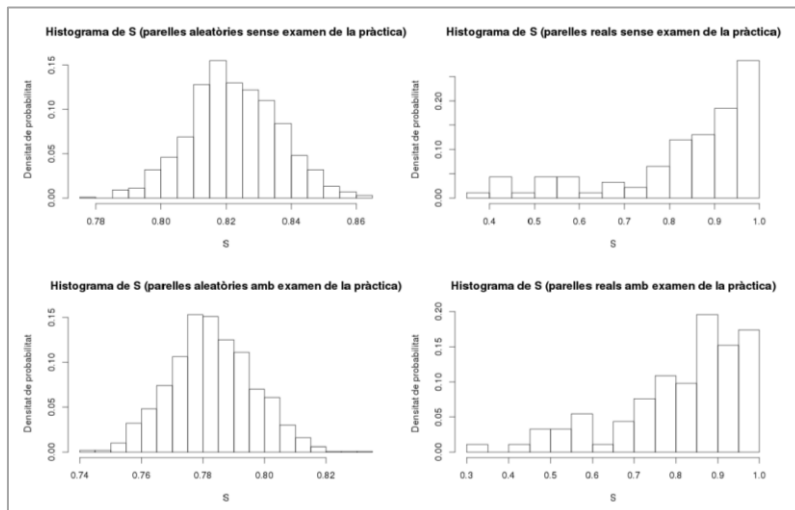
4.1. FIGURA O IMATGE 1





IMPACTES DE LA INNOVACIÓ EN LA DOCÈNCIA I L'APRENENTATGE

4.2. FIGURA O IMATGE 2



5. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

Ashman, A. i Gillies, R.(2003): Cooperative Learning: The Social and Intellectual Outcomes of Learning in Groups. Taylor & Francis.

Bahargam, S., Erdös, D., Bestavros, A. i Terzi, E. (2015). Personalized Education; Solving a Group Formation and Scheduling Problem for Educational Content. Proceedings of the 8th International Conference on Educational Data Mining, EDM 2015, Madrid 2015. Disponible a: http://www.educationaldatamining.org/EDM2015/uploads/papers/paper_162.pdf

de Miguel, M. (Dir.) (2006): Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias: orientaciones para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de educación superior. Oviedo: Ediciones Universidad de Oviedo. Disponible en: http://www.uvic.es/sites/default/files/Ensenanza_para_competencias.PDF

Esposito, D. (1973): Homogeneous and heterogeneous ability grouping: Principal findings and implications for evaluating and designing more effective educational environments. Review of Educational Research, 43(2):163-179, 1973.

Fowler, J., Settler, J. i Christakis N.A. (2011): Correlated genotypes in friendship networks, Proceedings of the National Academy of Sciences, 108(5):1993-1997,2011.

González, J. i Wagenaar, R. (eds.) (2003): Tuning Educational Structures in Europe. Bilbao: Universidad de Deusto.



IMPACTES DE LA INNOVACIÓ EN LA DOCÈNCIA I L'APRENENTATGE

Hsee, C. K. i Hastie, R. (2006): Decision and Experience: Why Don't We Choose What Makes Us Happy?. Trends in Cognitive Sciences, 2006. Disponible a SSRN: <http://ssrn.com/abstract=929914>

Hughes, J. (2015): Pair programming. Course notes in Integrated Introduction to Computer Science, CS17. Disponible a: <http://cs.brown.edu/courses/csci0170/content/docs/pair-programming.pdf>

Meltzoff A. N., Kuhl P. K., Movellan J. i Sejnowski T. J.(2009): Foundations for a new science of learning. Science 325, 284 -288.

Nouri, A. i Mehrmohammadi, M. (2012): Defining the Boundaries for Neuroeducation as a Field of Study, Educational Research Journal, 27, 1 & 2, 2012. Disponible a: http://hkier.fed.cuhk.edu.hk/journal/wp-content/uploads/2013/11/erj_v27n1-2_1-25.pdf

Novikoff, T.P., Kleinberg, J.M. i Strogatz, S.H. (2012): Education of a model student. Proceedings of the National Academy of Sciences, 109(6):1868-1873,2012.

Rushton, J.P. (1989): Genetic similarity, human altruism, and group selection. Behavioral and Brain Sciences 12, 503-559.

Tokuhami-Espinosa, T. (2010). The new science of teaching and learning: Using the best of mind, brain, and education science in the classroom. New York: Columbia University Teachers College Press.

Williams, L. i Kessler, R. (2003): Pair Programming Illuminated. Boston: Addison-Wesley Professional.