



## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

---

**TÍTOL:** **Incloure les preferències dels estudiants quan fem grups col·laboratius de forma automatitzada**

**Subtítol:** **Un algorisme que combina la autoselecció amb la selecció automatitzada basada en criteris**

### **AUTORIA:**

Vallès-Català, Toni<sup>1</sup>; Palau Martin, Ramon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centre d'Estudis Superiors de l'Aviació (CESDA)

<sup>2</sup>ARGET Research Group, Facultat de Ciències de l'Educació i Psicologia, Universitat Rovira i Virgili

[Tvalles.pdi@cesda.com](mailto:Tvalles.pdi@cesda.com)

[Ramon.palau@urv.cat](mailto:Ramon.palau@urv.cat)

### **1. RESUM:**

Les activitats amb grups col·laboratius requereixen una decisió prèvia: deixar que els estudiants s'agrupin ells mateixos o que el professor faci grups heterogenis seguint uns criteris. La primera opció no és recomanada per estudis previs, tot i que estudis recents n'emfatitzen alguns avantatges. La segona opció esdevé complexa quan el professor ha de tenir en compte molts criteris, pel que s'usen algorismes que automatitzen i perfeccionen l'elecció. Aquí proposem de combinar ambdues opcions.

### **2. ABSTRACT:**

Activities with collaborative groups require a prior decision: let the students group themselves or let the teacher form heterogeneous groups following certain criteria. The first option is not recommended by previous studies, although recent studies emphasize some advantages. The second option becomes complex when the teacher has to consider many criteria into account, which is why algorithms are used to automate and refine the choice. Here we propose to combine both options.

### **3. PARAULES CLAU: 4-6**

Grups col·laboratius, formació de grups, autoelecció, xarxes complexes

### **4. KEYWORDS: 4-6**

Collaborative groups, group formation, selfselection, complex networks



## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

---

### 5. DESENVOLUPAMENT:

#### 1. Introducció

Actualment, s'ha posat en valor la competència transversal de treballar en equip de forma col·laborativa. Per tal de desenvolupar aquesta competència molts professors utilitzen activitats amb grups col·laboratius dins de l'aula. Però la creació d'aquests grups esdevé complexa quan el professor ha de formar grups heterogenis (o homogenis) i tenir en compte diversos criteris.

Recentment, vam presentar una eina informàtica que automatitza la creació de grups col·laboratius de forma heterogènia: el Minimum Entropy Collaborative Groupings (MECG) (Vallès-Català & Palau, in press). L'eina necessita la llista d'estudiants amb un seguit de característiques en format numèric, i segueix els següents passos:

1. Usa la informació d'aquestes característiques per trobar un valor numèric que representa com de diferents són dos estudiants. (vegeu Figura 1A)
2. Amb el valor numèric de cadascuna de les parelles d'estudiants, crea una xarxa on els nodes són els estudiants i la relació entre ells és un valor que representa com de diferents són. Per facilitar la computació, elimina un terç dels enllaços amb valor més baix (vegeu Figura 1B i Figura 1C)
3. Finalment, agrupa els estudiants de forma aleatòria (en un inici) i utilitza una eina de la ciència de xarxes complexes anomenada "Stochastic Block Models" per calcular l'entropia d'aquesta agrupació aleatòria. Tot seguit, es fan diversos canvis d'estudiants en els grups, minimitzant aquesta entropia, obtenint grups d'estudiants heterogenis.

La Figura 1 està extreta del treball de Vallès-Català & Palau (in press).

L'eina va ser provada en un grup de 200 estudiants d'un màster de professor de secundària en dues assignatures diferents, on en una d'elles el mateix individu era agrupat segons l'algorisme de MECG, i en l'altra assignatura era agrupat aleatòriament. Els grups generats per MECG van ser significativament més eficients que generar els grups de forma aleatòria.

Un cop comprovat que l'algorisme MECG proporciona un resultat desitjat, cal observar que els resultats depenen de l'elecció inicial de criteris escollits. Aquí volem reflexionar sobre l'elecció d'aquests criteris, i com poden influenciar en els grups col·laboratius. Prèviament hem comentat que l'eina necessita un llistat d'estudiants amb les seves característiques, és a dir, que abans de generar grups col·laboratius heterogenis cal pensar en quin sentit seran heterogenis. Si s'escull com a variable el gènere evitarem grups on tots els membres siguin homes, per exemple. Si s'escull com a variable els resultats acadèmics obtindrem grups on els que han obtingut més nota s'ajuntaran amb els que n'han obtingut menys.



## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

Diverses propostes s'han fet respecte els criteris a tenir en compte: resultats acadèmics, motivació, preferències socials, rols en el grup, estils d'aprenentatge (Pinninghoff, Contreras & Salcedo, 2017), disponibilitat horària (Spoelstra, Van Rosmalen, Houtmans & Sloep, 2015), rols en el grup o inclús les preferències dels mateixos estudiants (Isotani, Inaba, Ikeda & Mizoguchi, 2009).

La literatura no recomana deixar que els estudiants facin sols els grups i sense intervenció del professor, ja que suggereixen que els estudiants més forts tendeixen a escollir-se entre ells, deixant els més febles agrupats junts. Aquesta agrupació no ajuda a ningú, ja que els febles tendeixen a no reforçar-se entre ells o inclús reforçar conceptes erronis, mentre que els més forts acostumen a dividir-se la feina i no discutir la feina dels altres (Oakley, Felder, Brent & Elhajj, 2004).

Per altra banda, un estudi recent per Chen & Gong (2018) ha trobat experimentalment que els estudiants s'agrupen segons les xarxes socials, i el grup creat s'esforça més en la tasca grupal, fins al punt de rendir millor en una tasca concreta que grups generats aleatòriament o grups generats per un algorisme.

### 2. Objectiu

Per tal d'aprofitar els avantatges de grups creats pels mateixos estudiants i a l'hora reduir els seus inconvenients, plantegem modificar l'algorisme MECG per tal d'introduir com a criteris la preferència dels estudiants i els resultats acadèmics.

### 3. Metodologia

Els resultats acadèmics són una característica d'un sol individu que per tant s'adapta al actual algorisme MECG. Per altra banda, les preferències dels estudiants són una relació unidireccional entre dos estudiants (l'estudiant A es vol agrupar amb l'estudiant B, però això no implica que l'estudiant B es vulgui agrupar amb l'estudiant A). Per a fer-ho, caldrà una lleugera modificació de l'algorisme MECG, ja que en aquest es necessita un seguit de característiques de cada individu, per separat, però no permet informació referent a dues persones a la vegada. Per altra banda, la infraestructura de xarxa on els nodes són estudiants es presenta com a una bona opció per a gestionar la informació de preferències dels estudiants.

#### 3.1. Preferències estudiants

Previ a utilitzar l'algorisme, es necessita preguntar als estudiants per les seves preferències de grups: s'envia als estudiants una fulla de càlcul on apareixen els noms dels estudiants de la classe, se'ls informa que disposen de 12 punts per repartir entre les diverses persones que



## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

volen formar grup (podran escollir si posar 1 punt a 12 persones o si invertir més punts en menys persones) amb les següents condicions:

1. Cal usar tots els 12 punts.
2. Cal puntuar diferents persones garantint que com a mínim es pugui formar un grup (és a dir, si els grups són de 4 persones cal puntuar al menys a 3).

### 3.2. Resultats acadèmics

Respecte als resultats acadèmics, s'utilitza la nota final obtinguda a l'assignatura de Principis Bàsics de Física cursada durant el primer quadrimestre, s'escull aquesta assignatura per la proximitat en el temari i perquè la correlació entre ambdues assignatures en els últims 5 anys té un coeficient de correlació de Pearson de 0.695.

### 3.3. Construint la xarxa

El professor rebrà de forma confidencial les fulles de càlcul de cadascun dels estudiants. Tots els arxius (inclòs una fulla de càlcul on constin els noms dels estudiants amb les notes acadèmiques que es volen tenir en compte) es situaran en la mateixa carpeta que l'algorisme, que recollirà tota la informació per a construir una xarxa pesada amb totes les relacions entre estudiants.

L'algorisme assigna a cada parella d'estudiants un únic valor, la mitjana entre els punts que s'atorguen entre ells més la diferència de resultats acadèmics. Per exemple, posem que l'estudiant  $\alpha$  atorga 4 punts a l'estudiant  $\beta$ , però el  $\beta$  no atorga cap punt a l'estudiant  $\alpha$ , a més, l'estudiant  $\alpha$  té una nota de 8 i l'estudiant  $\beta$  té una nota de 5. L'enllaç entre aquests dos estudiants serà de  $2 + 3 = 5$ . El 2 és la mitjana entre 4 i 0, mentre que el 3 és la diferència entre les dues notes.

D'aquesta manera, les preferències entre estudiants es tenen en compte i si dos estudiants s'escullen mútuament el seu valor augmenta, per altra banda, si els dos que s'escullen mútuament tenen la mateixa nota alta, aquest fet els perjudicarà.

### 3.4. Recopilació de dades

L'algorisme es comprova durant el segon quadrimestre del curs 2022-23, en l'assignatura de Principis de Vol I del Grau en pilot d'aviació comercial i operacions aèries, en la universitat de pilots CESDA. Hi ha 33 estudiants inscrits a la assignatura, que estan dividits en dues classes: la classe A de 17 estudiants i la classe B de 16. En l'assignatura se'ls demana un projecte en grups de 3 estudiants on han de buscar informació sobre temes concrets de l'assignatura en articles científics o patents. La duració del projecte és de 4 setmanes (no



## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

exclusivament, han de compaginar la tasca amb altres assignatures). Algun grup constarà de 4 estudiants degut a que el nombre d'estudiants no és divisible per 3.

Un cop entregat el projecte, els estudiants responen a un qüestionari de 3 preguntes:

- Se t'ha agrupat segons les preferències que vas enviar?
- Com de satisfet estàs amb el grup que t'ha tocat?
- Si et tornessin a demanar les preferències per a fer els grups, tornaries a repartir els grups de la mateixa manera?

Les dues primeres preguntes en una escala Likert de 5 punts i la última a escollir entre 4 opcions.

### 4. Resultats

En els resultats, analitzem com l'algorisme ha dividit els grups amb dades objectives (com s'han repartit els grups donades les preferències i les notes acadèmiques), i subjectives (segons les respostes del qüestionari).

Malauradament, no tots els estudiants han enviat les seves preferències al professor. En la classe A hi ha hagut una participació del 82,4%, i en la classe B del 62,5%.

En la Taula 1 i 2 següent es mostren les mitjanes i les desviacions estàndard de la mostra de les notes acadèmiques per grup, s'observa que l'algorisme té en compte la diversitat de notes excepte en alguns casos on el factor de preferències ha sigut dominant. Observem dos casos on la mitjana de notes és molt baixa (Grup 3A i Grup 4B), son grups amb poca participació a l'hora d'enviar preferències i per tant de difícil gestió per l'algorisme.

Taula 1	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
Classe A	8,06	6,06	4,99	6,60	7,52
Classe B	5,43	7,15	6,04	5,00	6,73

Taula 2	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
Classe A	2,17	2,67	1,52	2,89	0,76
Classe B	1,53	0,80	1,67	1,00	3,02

Dels 12 punts que ha atorgat cada estudiant, difícilment tots acabaran en estudiants del mateix grup. Definim els punts útils d'un estudiant com la suma de punts de les preferències d'aquest estudiant que sí han acabat dins del seu grup. És a dir, si un estudiant ha atorgat 4 punts a tres companys seus, però només dos han acabat al seu grup, els punts útils son 8 dels 12 totals.



## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

En la Taula 3 següent es mostren la mitjana dels punts útils de cada estudiant per grup:

Taula 3	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5
Classe A	12*	11,3	4**	7,33	0
Classe B	5,67*	0**	0,5*	3,5*	3,5*

El símbol \* significa que un dels components del grup no ha donat les seves preferències, i la mitjana és respecte els que sí la han donada. El símbol \*\* significa que dos dels components del grup no han donat les seves preferències, en aquest cas la mitjana és d'un únic valor. Observem que l'algorisme agrupa molt bé alguns grups, però d'altres estudiants estan agrupats amb companys als que no han mostrat cap preferència.

En la Figura 2 es mostren les freqüències en les respostes de les primeres dues preguntes del qüestionari, en particular la Figura 2A mostra la opinió dels estudiants respecte si creu que les seves preferències s'han tingut en compte i la Figura 2B mostra la satisfacció dels estudiants respecte el grup finalment assignat. En particular, els resultats de la Figura 2B estan separats segons la primera pregunta, sobre si consideren que les seves preferències s'han tingut en compte.

S'observa en la Figura 2A molta variació en les respostes, però sí que hi ha més casos que consideren que sí s'han tingut en compte les seves preferències. En la Figura 2B, observem una tendència a contestar valors alts, el què suggereix que tot i que molts estudiants no han estat agrupats segons les seves preferències, sí que estan satisfets amb el grup finalment assignat. És cert també, que la majoria d'estudiants que estan satisfets provenen de grups on sí han estat agrupats segons les seves preferències, deixant a la resta d'estudiants amb més variació d'opinió (els de color vermell fosc).

En la Figura 3 es mostra el percentatge de com actuarien els estudiants si ara haguessin de tornar a enviar les seves preferències. La Figura 3A mostra els resultats de tots els participants, mentre que en la Figura 3B només es mostren els resultats d'aquells estudiants que consideren que les seves preferències no s'han tingut en compte (els que en la primera pregunta han respost amb un 1 o un 2).

En la Figura 3A observem que la majoria tornaria a posar les seves preferències segons la mateixa estratègia. En la Figura 3B, es mostra la estratègia que seguirien els estudiants més perjudicats segons la assignació. S'observa com el percentatge d'estudiants que tornarien a fer la mateixa elecció s'esvaeix. En aquests casos sí que canviarien d'estratègia, però no s'observa cap tendència clara en si concentrarien o repartirien els seus punts.



## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

---

### 5. Conclusions

Aquí hem construït un algorisme que agrupa els estudiants d'una classe tenint en compte les seves preferències i també els resultats acadèmics d'una assignatura anterior.

Hem pogut comprovar l'algorisme en dues classes de 17 i 16 estudiants, i s'observa com la agrupació final té en compte en gran majoria les preferències dels estudiants (veure Taula 3 i Figura 2A)

En particular en la Taula 3, observem que l'algorisme agrupa molt bé alguns grups, però d'altres estudiants estan agrupats amb companys als que no han mostrat cap preferència. Això és degut a que els estudiants han mostrat clústers molt clars, en el què molts estudiants s'han puntuat entre ells i per tant l'algorisme els ha agrupat junts (si no tenien les notes massa similars). Per altra banda, si els clústers són de més de 4 estudiants llavors algú s'ha hagut de quedar fora del grup desitjat i se l'ha agrupat amb altres estudiants que no tenien puntuacions o que no havien enviat les seves preferències.

En la Figura 2A confirmem els resultats de la Taula 3 on es troba molta variació, molts estudiants consideren que sí s'han complert les seves preferències però molts altres consideren que no. Aquest resultat suggereix que no és possible de garantir totes les preferències dels estudiants, si aquests grups estan limitats a un nombre constant, en el nostre cas de 3 o 4 estudiants.

Concloem que és molt difícil que tots els estudiants siguin agrupats segons les seves preferències donat que fixem el nombre d'estudiants per grup, i que les preferències entre dos estudiants no són sempre recíproques. A més, el nostre algorisme també té en compte les seves notes acadèmiques d'una assignatura anterior.

Altres estudis no recomana deixar als estudiants la elecció dels grups, perquè pot deixar estudiants aïllats i perquè és contraproductiu pel funcionament del grup (Oakley, Felder, Brent & Elhajj, 2004), però creiem que el nostre algorisme pot reduir aquest inconvenient perquè la elecció final no la fan els estudiants sinó un algorisme que és imparcial, i a més agrupa amb diversitat de notes acadèmiques (veure Taula 1 i 2).

Per acabar, creiem que el nostre algorisme ha aconseguit satisfer a la majoria d'estudiants (veure Figura 2B), i el sistema de selecció de preferències ha sigut prou clar ja que la majoria no canviaria significativament la seva estratègia (veure Figura 3A). És cert que alguns casos no estan del tot satisfets i canviarien la seva estratègia en el futur, però no s'observa cap tendència clara de com ho farien, potser degut a que estem observant dos extrems que en una pròxima vegada farien una repartició de punts menys arriscada: ni massa concentrada ni massa repartida.



## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

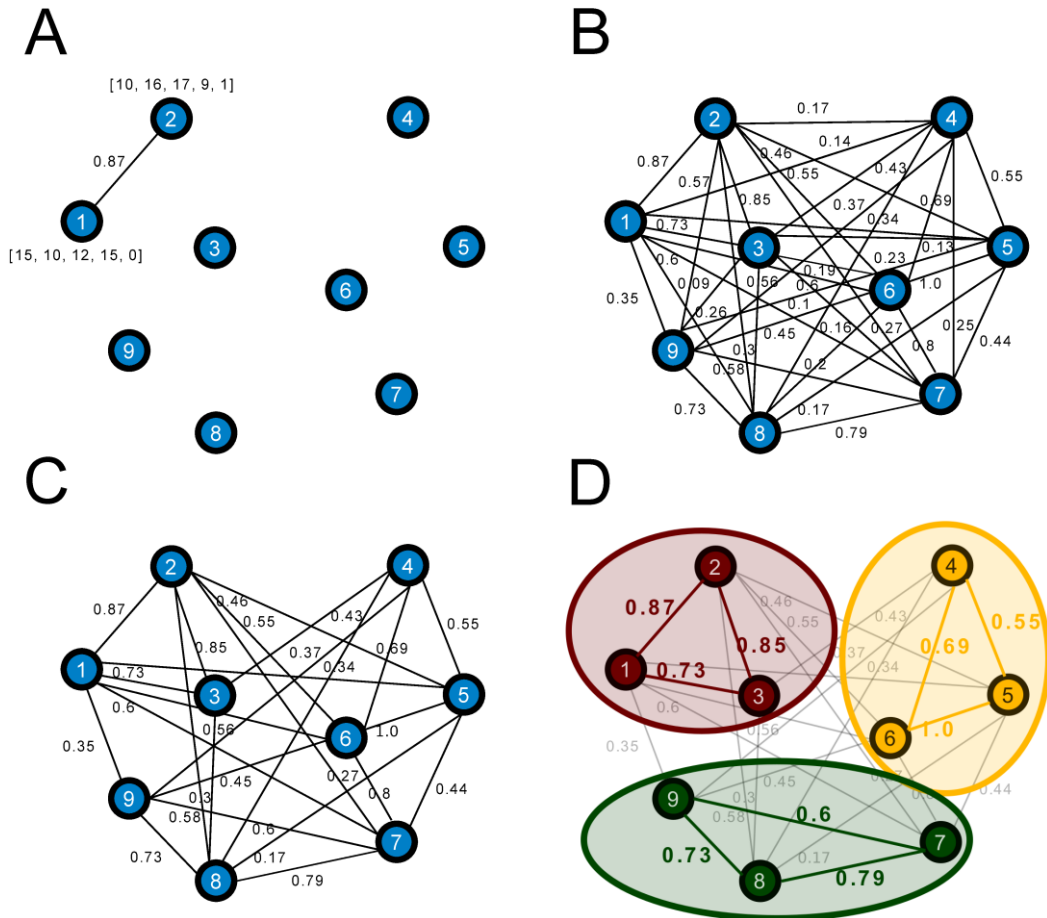
---

L'algorisme i l'estudi té diverses limitacions que es podrien millorar en treballs futurs: s'ha d'estudiar bé el pes que té la nota acadèmica dins de l'algorisme per tal de formar grups més igualats, però que per altra banda no restringeixin en excés les preferències dels estudiants. Per altra banda, l'estudi s'ha centrat en només dues classes de pocs estudiants, sense grup de control i en una d'elles amb una participació del 62,5%. Per tal de validar l'algorisme caldria un estudi amb més mostra. De totes maneres, els resultats d'aquest primer estudi suggereixen que és possible tenir en compte les preferències dels estudiants al formar els grups a classe, en contra del què molts estudis recomanen.

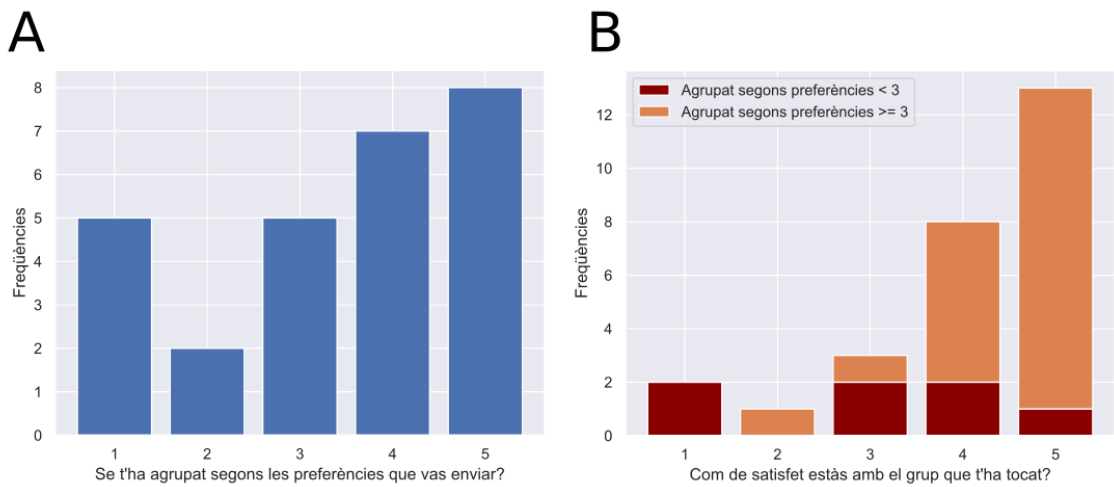


## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

### 5.1. FIGURA O IMATGE 1



### 5.2. FIGURA O IMATGE 2





## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

### 5.3. FIGURA O IMATGE 3

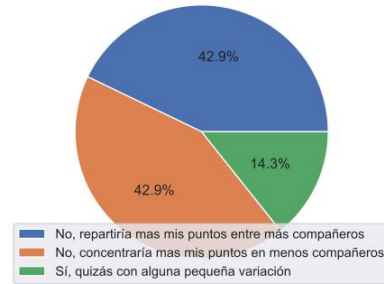
A

Si et tornessin a demanar les preferències per a fer els grups, tornaries a repartir els grups de la mateixa manera?



B

Si et tornessin a demanar les preferències per a fer els grups, tornaries a repartir els grups de la mateixa manera? (satisfacció < 3)





## MILLORA DE LES EXPERIÈNCIES D'APRENTATGE: TRANSFORMACIÓ I REPTES

---

### REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES:

Chen, R., & Gong, J. (2018). Can self selection create high-performing teams?. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 148, 20-33.

Isotani, S., Inaba, A., Ikeda, M., & Mizoguchi, R. (2009). An ontology engineering approach to the realization of theory-driven group formation. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 4, 445-478.

Oakley, B., Felder, R. M., Brent, R., & Elhadj, I. (2004). Turning student groups into effective teams. *Journal of student centered learning*, 2(1), 9-34.

Pinninghoff J, M. A., Contreras A, R., Salcedo L, P., & Contreras A, R. (2017). Genetic algorithms as a tool for structuring collaborative groups. *Natural Computing*, 16, 231-239.

Spoelstra, H., Van Rosmalen, P., Houtmans, T., & Sloep, P. (2015). Team formation instruments to enhance learner interactions in open learning environments. *Computers in human behavior*, 45, 11-20.

Vallès-Català, T., & Palau, R. (2023). Minimum Entropy Collaborative Groupings: A tool for an automatic heterogeneous learning group formation. *Plos one*, 18(3), e0280604.