

Projecte de Classe Inversa i modelització amb Mathematica per a la didàctica de les Matemàtiques a l'ETSAV

Mathematica for teaching Maths at the ETSAV

Peris Manguillot, Alfred; Rodenas Escribá, Francisco

Departament de Matemàtica Aplicada, Universitat Politècnica de València, Espanya.
aperis@mat.upv.es, frodenas@mat.upv.es

Abstract

Maths constitute a key tool in order to learn different subjects in the studies of Architecture. In contrast, the students tend to believe that maths are an independent box with little connection with other subjects of their studies and their future professional life. In this communication we want to present the experience that we implemented in the subject "Matemàtiques 2" in one specific group of second course in the studies of Architecture at the UPV, consisting in applying the methodology known as "flip teaching", with the purpose that the students had more participation in their learning process.

On the other hand, in order that the students can experience the applied character of the contents given in "Matemàtiques 2", we gave them as a work in groups the mathematical modelling of different pieces in Architecture by using the software Mathematica of Wolfram.

Keywords: *Flip teaching, mathematical modeling, active methodologies, ICT.*

Resum

Les matemàtiques constitueixen una eina fonamental per a l'aprenentatge de les diferents assignatures en els estudis d'Arquitectura. No obstant això, els estudiants tendeixen a percebre aquestes com un compartiment independent amb poca connexió amb la resta d'assignatures i amb la seua posterior vida laboral. En aquesta comunicació volem presentar l'experiència duta a terme a l'assignatura de Matemàtiques 2 en un dels grups de segon curs del grau de Fonaments a l'Arquitectura de la UPV, en què hem implementat la metodologia denominada "docència inversa" o "flip teaching" amb el propòsit que els alumnes tinguen un major protagonisme en el seu aprenentatge.

Per altra banda, per tal de que els alumnes puguem experimentar el caràcter aplicat dels continguts de l'assignatura Matemàtiques 2, els proposem com a treball la modelització de diferents obres arquitectòniques utilitzant el programari Mathematica de Wolfram.

Paraules clau: *Docència Inversa, modelització matemàtica, metodologies actives, TIC.*

1. Introducció

El projecte Docència Inversa, ja en funcionament de forma experimental per la UPV en el curs 2015-16, pretén fonamentalment responsabilitzar l'alumne del seu propi aprenentatge, sent el professor un guia en aquest procés. També pretén augmentar la interacció i el temps de contacte personalitzat entre estudiants i professors i, per tant, que els estudiants obtinguen una educació més personalitzada. Des del nostre punt de vista, els objectius fonamentals d'aquesta metodologia consisteixen a aconseguir que augmente la motivació i interès de l'alumne pels continguts, que millore la seua percepció de la matèria considerant d'interès pràctic tant en la seua formació com per la seua feina i, finalment, que milloren els resultats acadèmics.

Per tal de que els alumnes puguen experimentar el caràcter aplicat dels continguts de l'assignatura Matemàtiques 2 els proposem com a treball la modelització de diferents obres arquitectòniques utilitzant el programari Mathematica de Wolfram. Aquestes obres es trien de manera que tinguen una component geomètrica important perquè els alumnes puguen treballar amb conceptes apresos prèviament a classe com les superfícies reglades, les quàdriques, les còniques, etc. Entre aquestes obres s'inclouen algunes de Félix Candela, Antoni Gaudí, Le Corbusier o Zaha Hadid, entre d'altres. Aquests treballs s'han de fer en grup i, un cop realitzat, han de preparar una presentació oral del mateix, d'aquesta manera també es treballen altres competències transversals. Cal afegir que les millors obres de modelització les han presentat els alumnes involucrats en format pòster i maqueta en 2 congressos, un d'ells internacional.

L'experiència duta a terme en el curs 2015-16 es va a repetir en el curs següent amb l'objecte d'assentar la metodologia i decidir si el grup, al principi experimental, es consolida i s'amplia a un major nombre de grups.

2. El model de docència inversa o "Flip Teaching"

El model didàctic anomenat "docència inversa" (o "flip teaching") està emergint amb força en els últims anys amb el suport de la facilitat d'accés i d'ús de les noves tecnologies que faciliten la creació de continguts multimèdia de qualitat. L'interès que aquesta metodologia didàctica ha despertat en la comunitat universitària ha generat un gran nombre d'articles i treballs d'investigació, vegeu, per exemple, les referències (Bergman, 2012), (Tourón, 2013) i (Román, 2013).

De manera molt resumida, es pot explicar el mètode de docència inversa, com que s'inverteix l'esquema tradicional de docència, en aquest mètode els estudiants accedeixen al material, prèviament preparat pel professor, des de casa i el treballen abans d'assistir a les classes, de manera que el treball posterior a l'aula pugua centrar-se en resoldre els problemes o els casos pràctics aplicant el que han estudiat amb anterioritat.

De manera més formal, la metodologia de docència inversa és una metodologia d'ensenyament actiu basat en quatre pilars (Bergman, 2014), "FLIP" és l'acrònim de Flexible environment (ambient flexible), Learning culture (cultura d'aprenentatge), Intentional content (contingut intencional) i Professional educator (educador professional). Cada un d'aquests punts vol dir:

1. L'alumne decideix quan, on, i a quin ritme va a aprendre i, per això, el professor estableix espais i temps que permeten als estudiants interactuar i reflexionar sobre el seu aprenentatge, observa als alumnes per guiar-los en el seu procés d'aprenentatge (pot veure on cometen els errors, si van seguint el ritme d'aprenentatge ...) i presenta els continguts en diferent suport (vídeo, text, laboratori ...) per adaptar-se a l'estil d'aprenentatge de l'alumne.

2. L'alumne ha de ser el protagonista del seu aprenentatge, un ésser actiu que participa en la formació del seu propi coneixement i se'ls permet l'autoavaluació i per a això el professor organitza i selecciona activitats d'aprenentatge significatives per als alumnes.

3. Els continguts han de tenir una intenció, el que implica que el professor ha de seleccionar els continguts de la matèria que realment són importants per a l'aprenentatge de l'alumne, també ha d'elaborar i seleccionar els materials que recullen aquests continguts i, finalment, ha de determinar quins continguts poden treballar els alumnes sols a casa amb els materials elaborats i quins continguts es treballen a l'aula.

4. Finalment, el professor, com a educador professional, ha d'estar disponible per a tots els estudiants, ha d'observar l'aprenentatge dels alumnes per poder orientar-los a temps real i ha de realitzar avaluacions que serveixen a l'alumne de formació.

Per invertir la docència hem d'invertir els espais aula / casa, de manera que es pugui alliberar temps de classe per fer un millor ús de la interacció alumne / professor a l'aula. Com ja hem dit abans, a casa l'alumne treballa la part teòrica de manera autònoma amb els materials creats pel professor, a la classe es resolen dubtes, es resolen problemes, realitzen pràctiques, activitats grupals, etc., sota la supervisió del professor.

Perquè aquesta metodologia funcione amb èxit, l'alumne ha de comprendre què és el que s'espera d'ell pel que fa al treball previ a la classe que l'alumne ha de realitzar i comprendre el valor d'aquesta metodologia per al seu aprenentatge. La motivació de l'alumne perquè intervinga de manera activa en l'aprenentatge juga un paper fonamental (Honeycutt, 2016).

3. Classe inversa en Matemàtiques 2 en Arquitectura

Aquest treball pretén descriure l'experiència didàctica d'aplicació del mètode de docència inversa a un dels grups de l'assignatura "Matemàtiques 2" de segon curs del grau de Fonaments de l'Arquitectura a la UPV. Hem intentat implementar el mètode tal com la UPV proposava i com hem descrit anteriorment.

Perquè fos possible hem d'exigir una adaptació al mètode als nostres alumnes i, també, a nosaltres com a professors de l'assignatura.

De l'alumne s'espera un treball continu, on a casa realitzi activitats individuals com el visionat de vídeos, la lectura de materials, que li permeten preparar la sessió a l'aula, on ha de treballar de manera cooperativa en resolució de problemes, i pràctiques com la de la modelització d'edificis que descriurem més endavant.

Per la nostra part com a professors, hem fet un treball de selecció i elaboració de materials amb l'ajuda de les tecnologies que la UPV posa al nostre abast, i hem programat les tasques per treballar a casa i a l'aula, de manera que tingui una bona coordinació de totes les activitats.

3.1 Aplicació de la metodologia

El model de docència inversa en l'assignatura de Matemàtiques 2 a l'ETSAV tal com ho hem dut a terme en el grup B de l'ETSAV ha consistit en el següent:

- Programació detallada assignatura. Des del primer dia de classe l'alumne coneix la metodologia docent, sap el nombre de classes teòriques i pràctiques dedicades a cadascuna de les unitats didàctiques, i les dates d'avaluació. La programació està dissenyada perquè hi

haja una bona coordinació de les activitats que l'alumne realitze dins i fora de classe i que la càrrega de treball entre temes i assignatures siga equilibrada.

- Preparació de materials: La recomanació sobre els materials elaborats amb les tecnologies és que preferiblement siga material audiovisual (vídeos, screencast, ...) amb continguts variats, autocontinguts, de qualitat, amb una durada no superior a 10 minuts, que estiguen clarament plantejats i acompanyats d'alguna activitat. El nostre material ha consistit en:

- Vídeos tipus "screencast" amb la presentació de cada tema o amb conceptes senzills i exemples. En els vídeos dedicats a explicar conceptes, s'inclou un concepte o dos desenvolupat en un temps màxim de 10 minuts. Per exemple, el primer dels vídeos proposats als alumnes està dedicat a les "còniques" i en l'es mostren les diferents còniques (el·lipse, hipèrbola i paràbola) amb les seves equacions i representacions gràfiques.
- Vídeos amb problemes tipus resolts. En aquests vídeos es proposa un problema que serveix de model i es resol pas a pas en el screencast comentant els passos importants i les possibles dificultats. La durada màxima també és de 10 minuts.
- Textos amb els conceptes desenvolupats amb més profunditat. Es proporciona als alumnes material en PDF que amplien i complementen el proporcionat en els vídeos que per motiu de temps ha de ser limitat.
- Enllaços a problemes resolts. El llibre (Calvo, 2015), escrit pels alguns professors de l'assignatura, conté problemes resolts als quals es pot accedir via internet.
- Guions de classes pràctiques. Les classes pràctiques estan dirigides a que al final els alumnes puguin modelitzar amb ajuda del programari "Mathematica" (assistent matemàtic de gran potència i implantació a nivell internacional) una obra arquitectònica. Aquesta part la explicarem amb més detall en un apartat posterior.
- Screencast amb ajuda per realitzar les classes pràctiques. També amb una durada màxima de 10 minuts.

- Abans de classe, l'alumne a casa:

- visiona els vídeos del dia,
- llegeix el text,
- fa l'exercici proposat.

- A l'aula (classes presencials): hi ha dos tipus de classes presencials les de problemes i les de pràctiques amb ordinador. En les primeres, en primer lloc resollem els dubtes que puguin sorgir en estudiar el material proporcionat i fem èmfasi en els conceptes que siguen més difícils i, en segon lloc, proposem una sèrie d'exercicis que els alumnes van resolent en grups amb la ajuda del professor. A les classes de pràctiques amb ordinador, proposem una sèrie d'exercicis que els alumnes han de resoldre en utilitzant el programari Mathematica. Les últimes sessions de pràctiques estan dedicades a la realització d'un treball en grup consistent en la modelització d'un edifici utilitzant l'aplicació prèviament i, en l'última sessió, es realitza una exposició pública del treball.

- Avaluació del treball realitzat a casa: mitjançant proves tipus test (un parell de proves per tema) amb preguntes senzilles sobre el material proporcionat a l'alumne controlem que l'alumne haja realitzat la tasca que se li demana abans de les classes.

- Avaluació dels resultats d'aprenentatge. Els test i les proves d'anivellament ens serveixen per fer un seguiment de les activitats realitzades per l'alumne, proporcionant feedback a l'estudiant. Avaluem i qualifiquem de forma ponderada cadascuna de les activitats realitzades, de manera

que existeix una relació correcta entre les activitats i continguts amb els resultats d'aprenentatge.

3.2 Resultats

A continuació compararem els resultats obtinguts en el grup en el qual hem aplicat la metodologia de classe inversa amb la resta de grups de l'assignatura Matemàtiques 2. Compararem el nombre de no presentats, la nota mitjana obtinguda i també els resultats per notes. El nombre total d'alumnes matriculats en l'assignatura va ser de 190 i, d'aquests, 66 estudiants pertanyia al grup B corresponent al mètode "Flip Teaching".

A la següent taula s'exposa el nombre total de matriculats per grup, el nombre de no presentats i la qualificació final mitjana.

Taula 1. Resultats per grup

Grup	Matriculats	No presentats	Nota mitjana
A	47	0	7.87
B-Flip Teaching	66	0	7.68
C	21	1	7.05
D	26	1	7.80
E	21	0	7.11
F	9	0	7.31
Tots sense el B	124	2	7.55

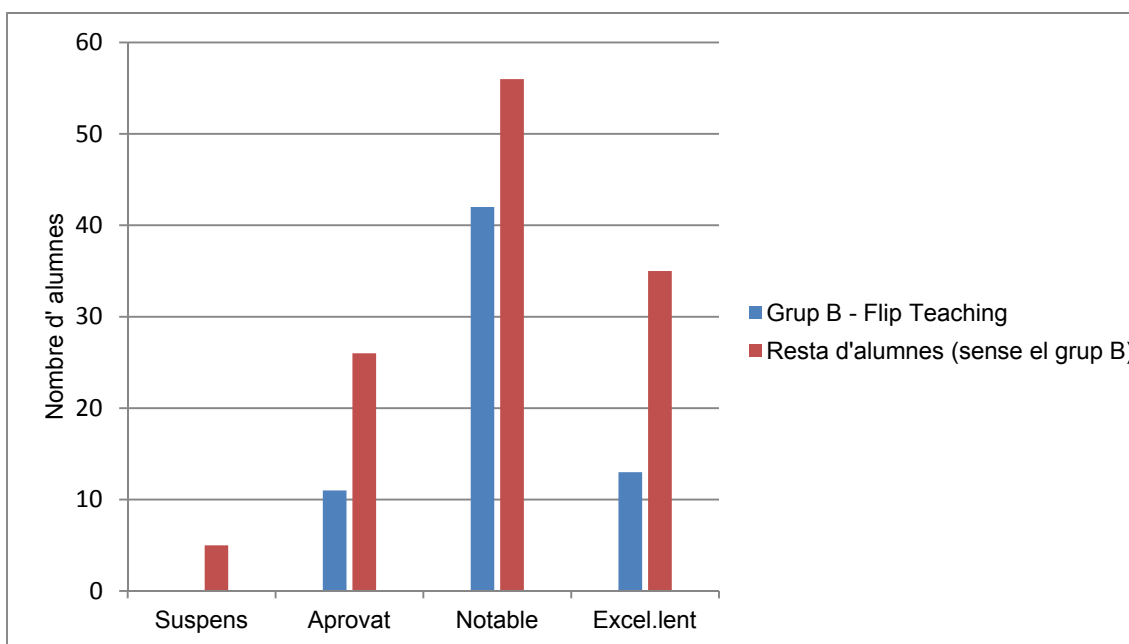


Fig. 1 Comparació dels resultats del grup B-Flip Teaching amb la resta d'alumnes en valors absoluts

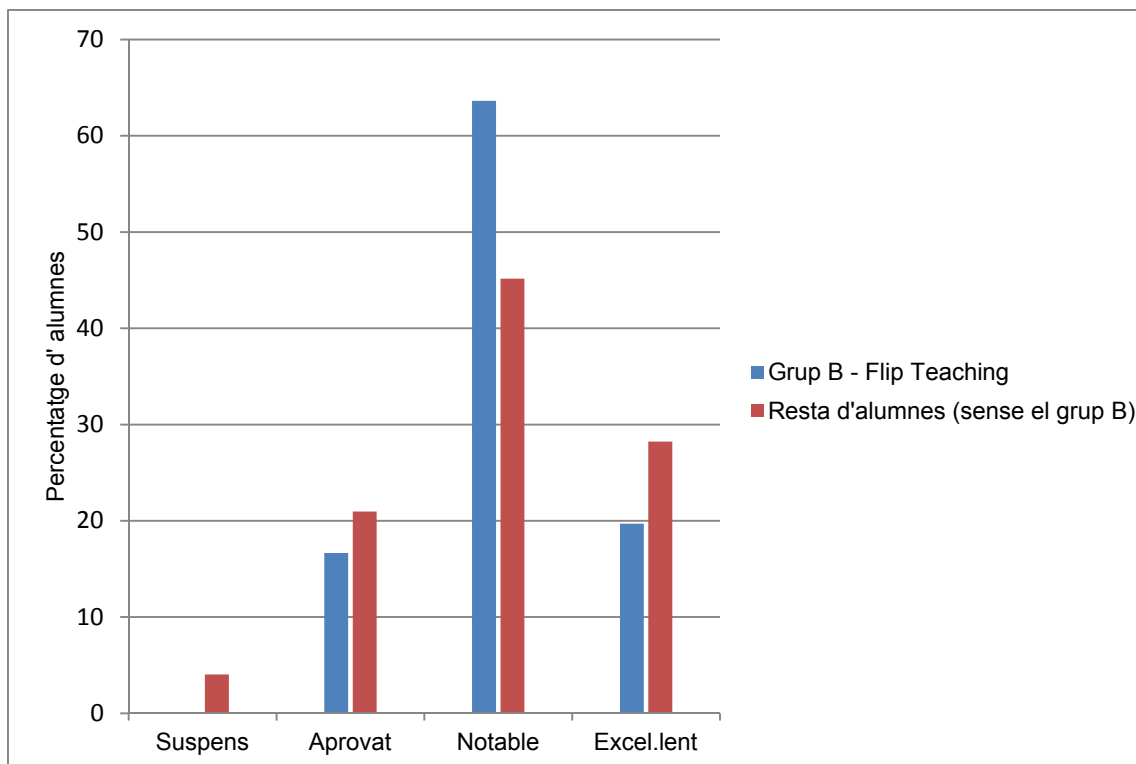


Fig. 2 Comparació dels resultats del grup B-Flip Teaching amb la resta d'alumnes en percentatge respecte dels alumnes de cada grup

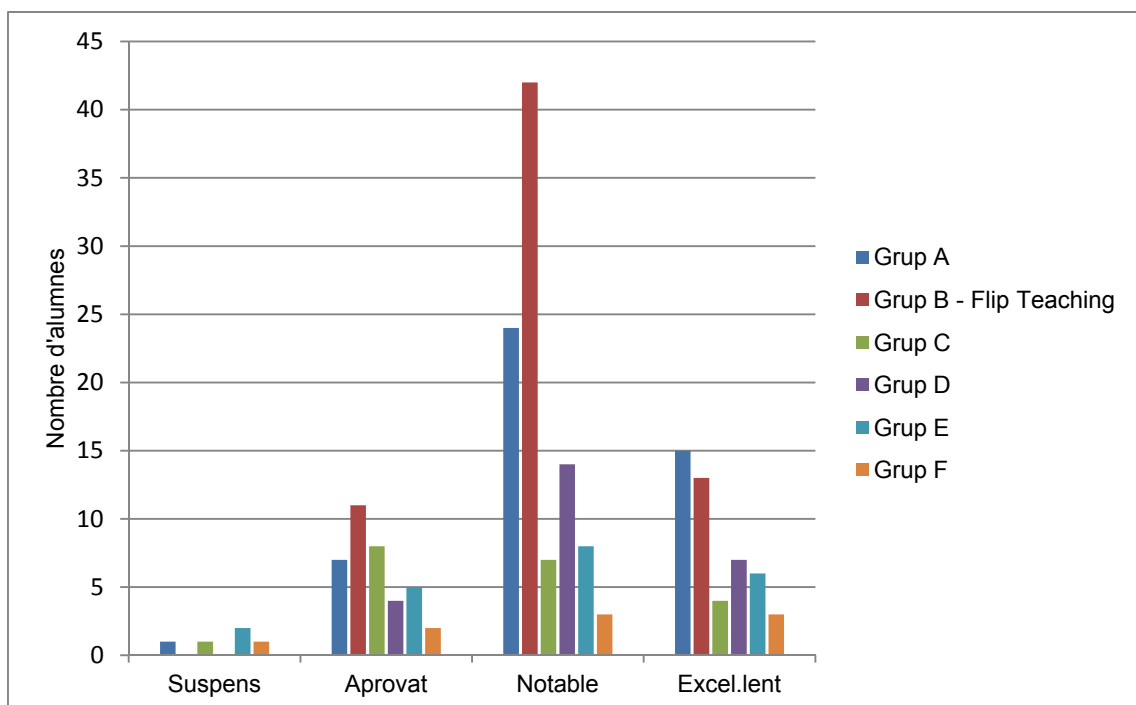


Fig. 3 Resultats de tots els grups en valors absoluts

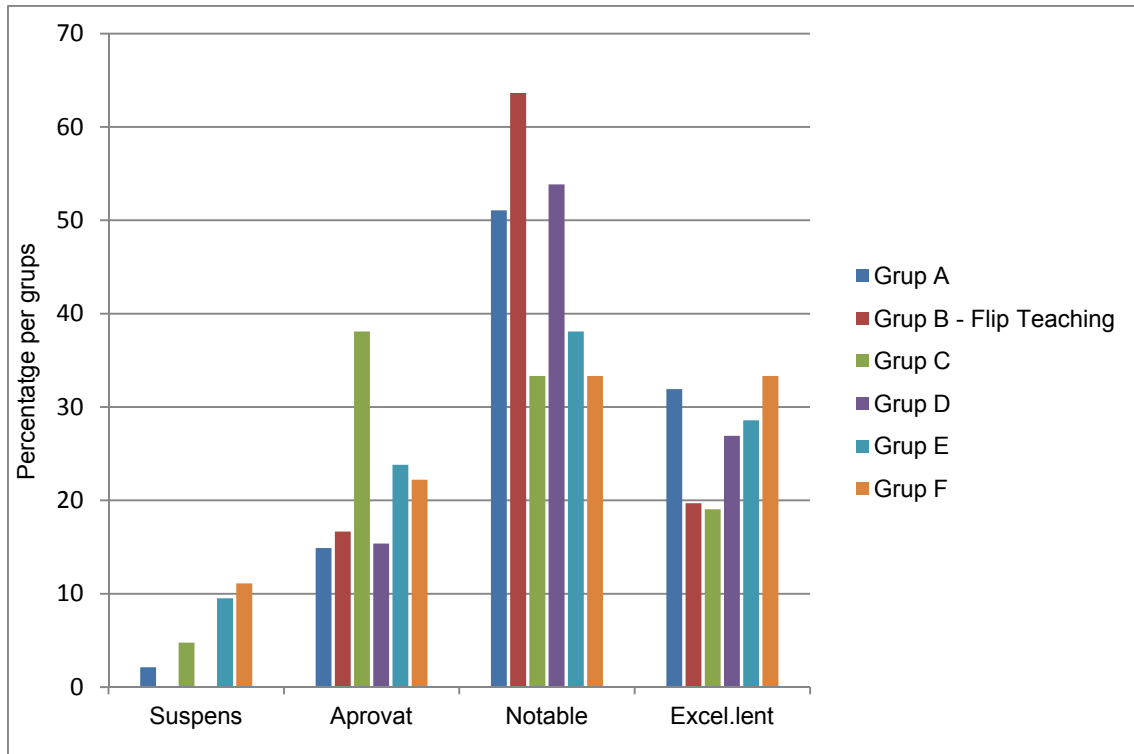


Fig. 4 Resultats de tots els grups en percentatge respecte dels alumnes de cada grup

4. Modelització matemàtica en Arquitectura

El model de docència inversa està reforçat pel fet que els alumnes experimenten el caràcter aplicat dels continguts de l'assignatura Matemàtiques 2, i és per això que els proposem com a treball la modelització de diferents obres arquitectòniques utilitzant el programari Mathematica de Wolfram, del qual la UPV té llicència institucional per al seu ús per part de personal i estudiants, fins i tot en els seus propis ordinadors portàtils.

Aquestes obres es trien de manera que tinguin una component geomètrica important perquè els alumnes puguin treballar amb conceptes apresos prèviament a classe com les superfícies reglades, les quàdriques, les còniques, etc. Entre aquestes obres s'inclouen algunes de Félix Candela, Antoni Gaudí, Le Corbusier o Zaha Hadid, entre d'altres. Aquests treballs s'han de fer en grup i, un cop realitzat, han de preparar una presentació oral del mateix, d'aquesta manera també es treballen altres competències transversals. Cal afegir que les millors obres de modelització les han presentat els alumnes involucrats en format pòster i maqueta en 2 congressos, un d'ells nacional (València) i l'altre internacional (Nexus, Donostia). A continuació incloem part dels treballs de modelització matemàtica d'obres arquitectòniques realitzats per alumnes, i que varen ser seleccionats per a ser presentats en els 2 congressos esmentats, figures 5, 6, 7 i 8:

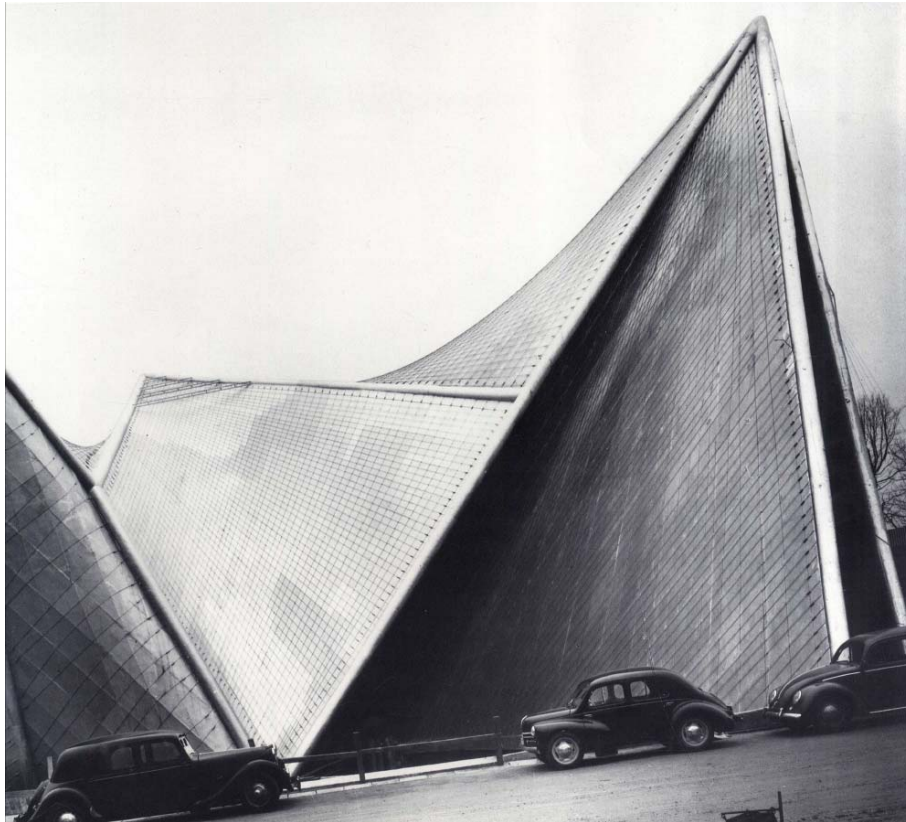


Fig. 5 Pavelló Philips de Le Corbusier i Xenakis (1958)

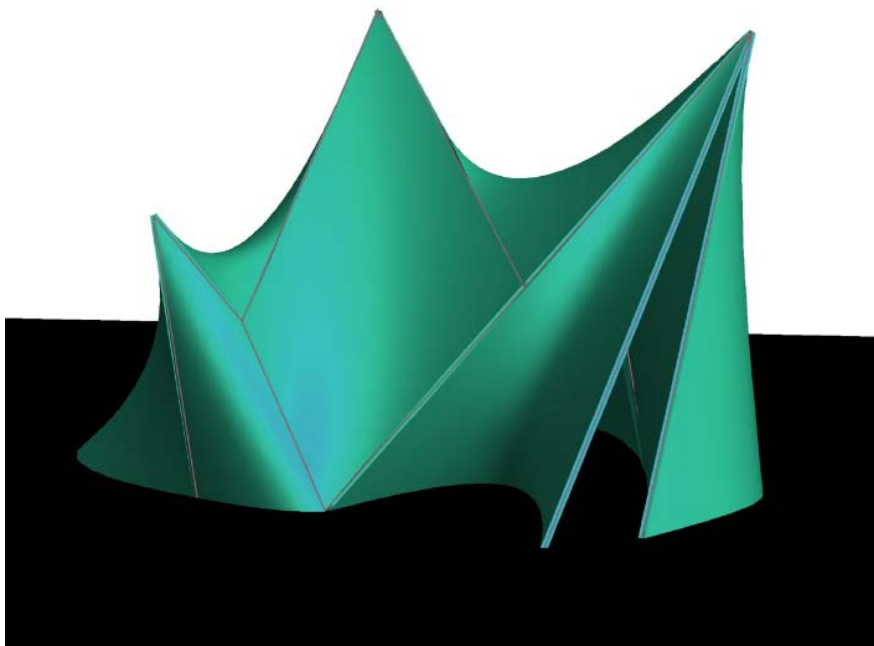


Fig. 6 Modelització amb Mathematica (Eixerés, Esquembre, González, Martí)



Fig. 7 Lucas Museum de MAD Architects (2020)



Fig. 8 Modelització amb Mathematica (de Benito, Deante, Jara, López)

5. Conclusions

A la vista dels resultats podem dir que l'aplicació de la metodologia de docència inversa en un grup de l'assignatura "Matemàtiques 2" del grau de Fonaments a l'Arquitectura de la UPV ha estat una bona experiència i, tot i que numèricament els resultats no han estat molt diferents dels de la resta de grups, sí que han estat lleugerament millors.

En primer lloc hem aconseguit motivar els alumnes de manera que en el grup no hi ha hagut cap abandonament, s'han presentat el 100% dels alumnes matriculats. En segon lloc, han aconseguit superar l'assignatura tots els alumnes del grup, mentre que a la resta d'alumnes sí que hi ha hagut alguns casos en què no l'han superat.

La nota mitjana del grup de docència inversa és superior a la mitjana de la resta d'alumnes encara que no és la millor de tots els grups. L'explicació podria ser que els alumnes amb millor expedient es matriculen els primers i solen triar majoritàriament el grup A per raons d'horaris. Cal destacar que el grup de Flip Teaching és el més nombrós amb 66 alumnes matriculats, el que dona un major valor als resultats a comparar-los amb grups amb un nombre d'estudiants per grup molt menor.

El nombre de notes excel·lents (excel·lent) és molt bo encara que no és el millor dels grups, això pot ser degut al fet que amb aquesta metodologia el nombre de proves que avaluació realitzades és molt gran i és molt difícil mantenir un nivell molt alt en totes elles .

La nostra impressió és que la metodologia de classe inversa és valorada positivament pels estudiants, que aconsegueixen aprofitar de forma més eficient el temps per assimilar els continguts. Pensem que els resultats podrien ser molt millors si el nombre d'alumnes en el grup hagués estat menor, entre 20 i 30 estudiants, ja que el treball a l'aula hauria estat més personalitzat.

Volem destacar l'experiència del treball de modelització, amb la presentació dels millors treballs en congressos internacionals, que ha motivat els alumnes a intentar realitzar un treball de qualitat així com han practicat altres competències com el treball en equip i la comunicació científica.

6. Referències

- BERGMAN, J. AND SAMS, A. (2014). *What Is Flipped Learning?*. Flipped Learning Network (FLN).
- BERGMAN, J. AND SAMS, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. EEUU: ISTE-ASDC.
- CALVO, V., PERIS, A. Y RODENAS, F. (2015). *Diagonalización y cálculo multivariable con Mathematica*. Murcia: e-lectolibris
- HONEYCUTT, B. (2016). "Five ways to motivate unprepared students in the flipped classroom". *Faculty Focus*. Magna Publications.
- ROMAN, M. (2013). " 'Flipped Classroom': una oportunidad para profundizar en el EEES". *Aula Magna 2.0. Revistas Científicas de Educación en Red*. ISSN: 2386-6705.
- TOURON, J., SANTIAGO, R. Y DIEZ, A. (2013). *The Flipped Classroom: Cómo convertir la escuela en un espacio de aprendizaje (Innovación educativa)*. "The flipped classroom". *Digital Text*.