



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

MOTIVACIÓ I PROTAGONISME ALS GRUPS DE TREBALL DE PROJECTES D'ENGINYERIA

- Lloveras Macià, Joaquim
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)
Departament de Projectes d'Enginyeria, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de
Barcelona (ETSEIB)
Av. Diagonal, 647. 08028 Barcelona, Espanya
j.lloveras@upc.edu

1. **RESUM:** Els alumnes s'inicien a fer projectes d'enginyeria en l'assignatura de Projectes. S'exposen algunes metodologies practicades a classe, com per exemple que: els estudiants s'organitzen en grups i trien el seu tema de treball; usen tècniques de creativitat per fer innovacions; en les presentacions orals s'organitzen també preguntes entre ells. Dites metodologies els donen més confiança en el seu treball i potencien la seva motivació. Probablement podrien aplicar-se en altres àmbits.
2. **ABSTRACT:** Students are introduced to engineering project development in the engineering project course. Several methodologies learned and practised in the classroom are presented. For example, students are organized into groups to research a topic of their choice; they use creativity techniques to make innovations; they prepare questions for their classmates' oral presentations, etc. Knowledge of these methodologies, which can probably be applied in other fields, boosts student confidence and enhances motivation.
3. **PARAULES CLAU:** projectes, enginyeria, grups treball, motivació, protagonisme.
KEYWORDS: projects, engineering, workgroup, motivation, protagonism.



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

4. DESENVOLUPAMENT:

En sentit ampli fer un projecte és una manera de preveure o planificar unes tasques o activitats que conduiran a la realització d'uns determinats objectius. Així, moltes activitats humanes són fer projectes encara que no s'usi la paraula, per exemple quan es planifica un viatge de vacances i es fan les actuacions corresponents per aconseguir-ho com preveure que es visitarà, fer la compra de bitllets, etc., s'està fent un projecte de les vacances que es faran.

Els Projectes d'Enginyeria industrial també són una planificació de diverses activitats per aconseguir uns objectius, en aquest cas tècnics, com són la fabricació d'un producte o d'una instal·lació industrial, o d'un servei tècnic, i que requereixen uns coneixements específics. El diccionari Català defineix els Projectes d'Enginyeria/Arquitectura [1] com: “Conjunt de plans i de documents explicatius que donen totes les dades tècniques i totes les vistes d'elements o de conjunt necessàries per tal que hom pugui fabricar una màquina, una instal·lació, etc., o construir un edifici, un pont, etc., d'acord amb les instruccions de qui l'encarrega o segons un programa establert.”

Fer projectes d'enginyeria és la principal tasca de l'enginyer, que aplica els coneixements tècnics adquirits, en, i després de la carrera i que juntament amb les habilitats que li dona l'experiència, fa que creixi el seu art de projectar.

Actualment fer un projecte de producte industrial, com per exemple una cafetera elèctrica, requereix aplicar diferents coneixements tècnics de diverses disciplines, com la mecànica, l'electricitat, l'electrònica, la hidràulica, o la informàtica, per després poder fer la fabricació en sèrie de dit electrodomèstic. Així, per dissenyar un producte industrial es necessita el treball d'un grup format per diferents professionals, com enginyers, economistes, informàtics, de belles arts, o de sociologia, per tal d'aconseguir que el producte sigui competitiu i satisfaci molts diversos aspectes que demanaran els seus futurs compradors o usuaris.



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

Els estudis que porten a l'obtenció del títol d'enginyer requereixen que l'alumne s'exerciti en fer projectes. L'assignatura de projectes té una part teòrica i una important part pràctica que es realitza en grups de treball. Però també, l'estudiant tindrà que fer i defensar individualment el seu Projecte de Fi de Carrera (PFC).

En aquest article es descriuen experiències i petites metodologies en l'ensenyament de projectes d'enginyeria, fets en una classe de Projectes de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (ETSEIB), de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), en que es fa èmfasi en donar major protagonisme a l'alumne i al grup de treball com a estratègia per millorar el seu aprenentatge, a diferència de la cultura d'èpoques passades on generalment el professor donava uns determinats projectes tot explicant els seus detalls, i els estudiants aprenien però tenien poc marge propi de maniobra.

Els treballs acadèmics de l'assignatura de Projectes es fan en grups d'alumnes, tal com es solen fer els projectes en el món de la empresa, on cada membre del grup aporta els seus coneixements específics. Això prepara els estudiants per treballar en grup, però pot tenir l'inconvenient que, per la divisió del treball a realitzar, alguns treballin només certs aspectes del projecte. Aquest problema es comentarà més endavant. Els grups presenten tres treballs al llarg del curs: la Oferta del Projecte, l'Avantprojecte i per últim el Projecte del tema que han preparat.

Finalment dir en aquesta introducció, que la carrera d'enginyer industrial ha estat una carrera generalista de força èxit en el nostre país, on els estudiants estaven preparats per solucionar diferents problemes tècnics en diversos àmbits. En aquest context, l'assignatura de Projectes d'Enginyeria de cinquè curs era un compendi on l'estudiant aplicava els diferents coneixements adquirits en la carrera. Però la tecnologia ha presentat una ràpida evolució i s'ha diversificat extraordinàriament, pel que no es poden abastar tots els coneixements i cal més especialització a l'enginyeria. També la integració del nostre país en el espai Europeu d'educació superior (EEES) o Procés de Bolonya [2], ha fet que hagin



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

sorgit distintes titulacions d'enginyeria especialitzada com els d'enginyeria mecànica, química, elèctrica, etc.

Aquesta comunicació està basada en un recull d'algunes publicacions prèvies que estan referenciades en la bibliografia, a la que se'ls dona una visió global i s'afegeixen alguns aspectes. A continuació s'exposen els objectius, la descripció del treball i els resultats obtinguts en una classe de l'assignatura de projectes d'enginyeria industrial, en el context expressat anteriorment, però que podria ser fàcilment aplicable als treballs per projectes de diferents assignatures d'enginyeries especialitzades i possiblement també en altres camps de l'ensenyant-ça. En general, les assignatures que admeten l'ensenyament per projectes, tenen un model flexible de formació i preparen els estudiants en alguns aspectes del seu futur professional.

a) Objectiu principal

Aplicar certes metodologies perquè l'alumne de l'assignatura de Projectes d'Enginyeria tingui un aprenentatge més flexible i efectiu per aconseguir que adquireixi els coneixements bàsics i les primeres habilitats en fer projectes, treballant en grup i amb una orientació d'empresa.

b) Descripció del treball

Des de fa molts anys, en el departament de projectes de l'ETSEIB els alumnes fan pràctiques de projectes en grups d'entre 3 i 6 estudiants, molts d'ells de disseny de producte, i que es combinen amb continguts teòrics. En el cas que es comenta a continuació, les explicacions teòriques a classe han estat d'uns 30-40 minuts i després, fins arribar als 120 minuts, els alumnes han desenvolupat el treball pràctic del seu projecte segons les explicacions donades, i amb la tutorització del professor.

Per aconseguir augmentar l'eficàcia de l'aprenentatge de l'alumne en fer l'assignatura de Projectes d'Enginyeria en el desenvolupament d'un projecte, ja sigui de producte,



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

d'instal·lació o servei, s'han fet diverses experiències al llarg del temps fins arribar a diferents conclusions que a continuació s'exposen.

D'uns anys ençà, al final de cada curs s'ha passat una enquesta als alumnes per veure el que havia anat bé i el que es podia millorar a classe. De les enquestes, de les experiències i de la intuïció, s'ha deduït que el factor principal per augmentar positivament la motivació de l'alumne per així aconseguir un millor aprenentatge, és donar-li més protagonisme a l'estudiant i al seu grup, en el desenvolupament del projecte. Potenciar el protagonisme de l'estudiant i del grup de treball és donar-li confiança en el que fa i ha implicat canviar una cultura d'ensenyament en que el professor tenia totes les regnes del treball pràctic de l'assignatura amb els detalls de la forma correcta de com s'havia de fer, per deixar que l'estudiant i el grup faci el treball i reconegui els seus propis encerts i errors.

La dedicació del professor als alumnes i el treball que fan, és una peça clau doncs els alumnes actuen com un reflex del que se'ls guia i anima. A continuació es comenten com s'han enfocat diversos aspectes de la docència i la estructuració de la classe. També es posa un exemple d'un pòster resum d'un Projecte.

- **Grups de treball de Projectes.** Els alumnes s'han de sentir a gust a classe, i han de fer seu el projecte que desenvoluparan com a pràctica. El primer que es fa és formar els grups de treball i triar el tema de treball que desenvoluparà cada grup. Hi ha moltes maneres diferents de formar grups i triar el tema de treball, però depenent de com es faci, la implicació de l'alumne pot ser millor o pitjor.

El procediment que es segueix actualment és que els propis estudiants formen els grups de treball, sempre que la seva especialització no siguin tots mateixa, i que en el seu cas, admetin qualsevol alumne per tal de completar el grup. Això dona l'avantatge, que per l'amistat que tenen i perquè normalment ja han fet estudis o altres treballs plegats, que es coneixen i es complementen per completar el projecte fora d'hores de classe. Aquest procediment està corroborat com el preferit per les enquestes fetes en diversos cursos.



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

Quedant en segona posició, la opció de que el professor proposi uns temes de treball i els estudiants s'hi apunten i així formen grup.

- **Elecció del tema del treball de Projectes.** El següent pas és triar tema de treball del grup. En aquest cas, els grups proposen una llista de temes de treball al professor, qui en dóna la seva opinió respecte la seva adequació al curs. Finalment la llista de propostes de cada grup es redueix a tres, que tornen a ser valorades pel professor i els alumnes en trien la que volen fer. D'aquesta manera el grup es fa seu el tema de treball.
- **Tema de treball innovador.** S'anima als alumnes a projectar un producte innovador que sigui útil i més ecològic.

En la realització d'un projecte d'enginyeria es necessiten diversos coneixements parcials donats en diferents assignatures de la carrera, i se'ls demana fer cerques d'informació, i discutir les primeres solucions que proposin, amb l'objectiu de fer una innovació.

Per fer un nou producte o un producte amb noves prestacions, s'usen tècniques creatives com la pluja d'idees, els mapes mentals, els exercicis d'imaginació, o altres [3 a 7].

Es bo crear un ambient seriós en el treball, a la vegada que un ambient distès o amb moments lúdics a classe, el que afavoreix la creativitat [8], i dóna confiança a l'alumne per parlar entre ells i amb el professor.

Per saber que el producte que han ideat és nou es fan cerques de patents per Internet per saber si hi ha alguna cosa igual. Si passa aquest filtre, en algun cas es proposa la redacció d'una patent [9], (en un grau bàsic) com a metodologia per concretar les idees i pensar en alternatives de solució.

Una de les innovacions dels productes per a un món més sostenible és el disseny més ecològic o Ecodisseny, i que forma part dels ensenyaments donats [10].



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

Es promou doncs, que l'alumne desenvolupi les seves capacitats, que reconegui els seus encerts però també deixant-lo que s'equivoqui i que vegi els seus errors i els corregeixi.

- **Presentacions orals i torn de preguntes.** Un altre aspecte són les presentacions orals del projecte que realitza el grup, a mig curs (Avantprojecte) i al final (Projecte), on cada un dels seus membres n'explica una part. S'avalua individualment la presentació final del Projecte

S'ha fet un canvi metodològic en el torn de preguntes després de la presentació del treball de cada grup. Tradicionalment les preguntes eren fetes majoritàriament pel professor, ja que poques vegades els alumnes les feien malgrat que se'ls donés la veu, en una espècie de pacte del silenci per no comprometre els seus companys.

El canvi ha consistit en donar protagonisme als alumnes en el torn de preguntes, on tenen 5 minuts després de la presentació d'un grup, per que els grups restants preparin i escriguin dos preguntes en un full, que llegiran al grup presentador. El professor completa el torn de preguntes i dóna una visió global de com va el projecte al grup presentador. Els papers escrits amb les preguntes valoren posteriorment, i s'afegeixen com a documentació en els annexes de cada Projecte. Això fa que els alumnes estiguin atents a les presentacions dels seus companys i se'ls fomenti un esperit crític positiu per tal de fer reflexionar al grup presentador les millores que podrien fer, o per afegir nous punts de vista.

D'aquesta manera s'anima a fer preguntes en profunditat tal com es trobarien si ho haguessin de presentar en un Consell d'Administració, o en una reunió de seguiment tècnic d'un projecte en una empresa.

En la valoració posterior de les preguntes fetes pels grups [11], un alt percentatge són simplement d'aclariment o de curiositat, però un 25,3% són valuoses per treballar-les en el projecte i un 2,3% ajuden a trobar noves alternatives de solució en el projecte.



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

- **Avaluació de treballs.** El disseny i planificació d'un projecte (generalment de producte industrial) es fa a l'assignatura com una aproximació incremental cap a un projecte complert ideal, que comença amb una Oferta del Projecte que és una primera idea de com serà el projecte i que es presenta a principi del curs. El segueix l'Avantprojecte que és més elaborat que la Oferta, i finalment el Projecte on arriben, al final del curs. El valor de la qualificació dels treballs és: 10%, 20% i 60% respectivament, i amb el 10% restant per la qualitat d'un pòster que resumeix el Projecte que cada grup prepara i que es penja a un passadís a l'entrada de l'ETSEIB durant una setmana junt amb els altres projectes de les diferents classes.

És important que el professor corregeixi a fons tot els detalls dels treball que van presentant, doncs així el grup d'alumnes veu les fallades que fan a la vegada que es senten recolzats i se'ls ajuda a reflexionar i així a confeccionar millor el projecte.

- **Prova escrita.** En el treball en grup, cal assegurar que els conceptes donats a l'assignatura siguin apresos per cada un dels estudiants, encara que sols hagin desenvolupat una part com a conseqüència de la divisió del treball entre els membres del grup. Per això es fa una prova individual en forma d'examen escrit perquè cada alumne es prepari tots els temes i els sàpiga desenvolupar.

Els alumnes que no hagin superat aquesta prova escrita, o que hagin tinguts faltes d'assistència, o no hagin treballat suficientment, passen a l'examen final escrit. Els alumnes que no han participat en cap treball de projectes no poden aprovar l'assignatura.

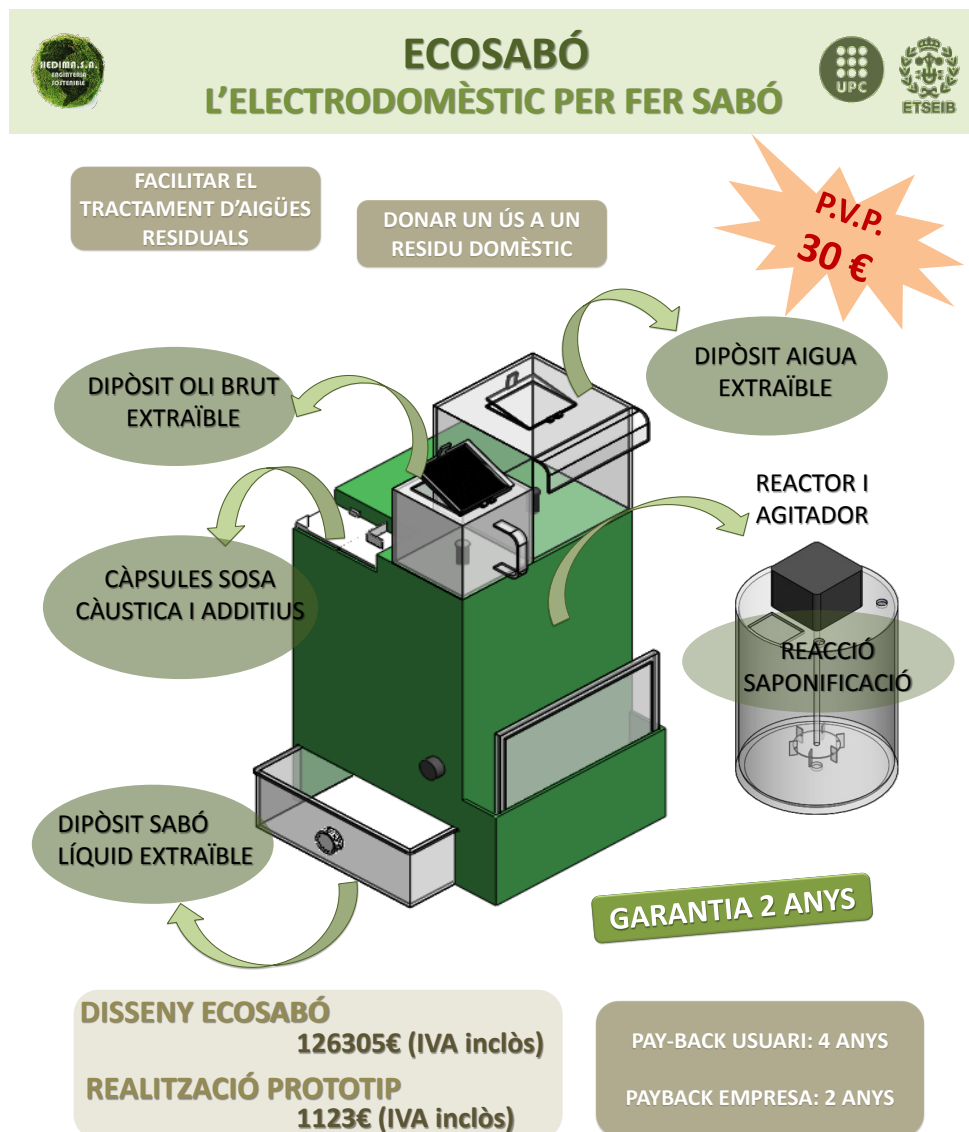
Exemple d'un projecte

La figura 1 és la imatge del pòster resum d'un projecte d'enginyeria química [12], on s'aprecien les parts que componen el disseny, així com un estudi econòmic i de costos. El producte és un electrodomèstic per fer sabó a partir de restes d'olis de cuina usats. D'aquesta manera es donaria un ús a aquest residu, a la vegada que solucionaria el



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

tractament d'aigües residuals, ja que moltes vegades es llencen els olis usats a la claveguera. En dit curs es van aplicar tots els aspectes que s'han comentat anteriorment.



El dosificador de NaOH, també dosifica additius, els necessaris perquè el sabó no precipiti en presència de ions Ca i Mg. Aquests es comercialitzaran en càpsules amb les dosis adequades per a cada cicle. El sistema està controlat per una placa electrònica que defineix l'obertura i tancament de les vàlvules. A més a més té dos cicles de treball, el de producció de sabó i el de neteja de l'electrodomèstic.

ENGINYERIA QUÍMICA
PROJECTES 2012/13
PROFESSOR: JOAQUIM LLOVERAS

M. TERESA FOIXENCH VILAGRASA
HELENA RIGOL ETTER
DIANA TARRAGÓ CLIVILLÉ

Figura 1. Pòster exemple d'un treball de Projectes d'Enginyeria Química



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

c) Conclusions

Les enquestes han cercat l'opinió dels alumnes, el que ha permès quantificar els seus punts de vista, i que es detallen en les publicacions referenciades. Cada any s'han passat les enquestes al final de curs per saber com ha anat l'assignatura i diversos aspectes de l'ensenyament. En una ocasió es van passar enquestes just al principi de quadrimestre per saber com voldrien que es formessin els grups i triessin els temes de treball.

D'aquest bagatge i del propi coneixement, s'ha arribat a uns aspectes metodològics que s'han exposat anteriorment i que tenen com a objectiu motivar als alumnes perquè donin el millor de sí mateix i aprenguin a realitzar un bon treball de projectes. Aquests aspectes metodològics, es resumeixen a continuació:

- Formació dels grups de treball de Projectes:
 - Els propis estudiants s'organitzen en grups de treball, dins un marc en que es té en compte, en el seu cas, la barreja d'especialitats i l'acceptació de nous membres.
- Tria del tema del treball:
 - Els grups d'estudiants escullen el seu tema de treball entre els temes finalistes aconsellats pel professor.
- Tema de treball innovador:
 - Amb l'objectiu de fer un producte innovador s'usen tècniques creatives.
 - Es propicia un ambient distés que facilita la creativitat i promou la confiança entre ells i amb el professor, però alhora es demana rigor en el treball.
 - Es fan cerques de patents per contrastar la novetat, i en alguna assignatura es demana preparin un esborrany de patent de la innovació.
 - Un dels eixos de la innovació és el disseny més sostenible o Ecodisseny.



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

- Presentacions orals i torn de preguntes:
 - Es fan presentacions orals on participen tots els membres del grup, i en la presentació final s'avalua individualment.
 - En el torn de preguntes, s'organitzen preguntes escrites entre els grups, cercant la seva profunditat i fomentant l'esperit crític positiu.
- Avaluació de treballs i prova escrita:
 - Els alumnes presenten tres treballs al llarg del curs i és important que el professor els corregeixi detalladament.
 - La prova escrita assegura que els alumnes es preparin tots els temes donats a l'assignatura, encara que no els hagin practicat per causa de la divisió del treball.

Els treballs per projectes podrien ser practicats en diferents assignatures d'enginyeries i probablement també en altres camps de l'ensenyant-ça. Els projectes ben desenvolupats, són un model flexible de formació que dona protagonisme als estudiants i els prepara pel seu futur professional.

5. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- [1] Projecte Enciclopèdia Catalana <http://www.diccionari.cat> (Accés el 5 de maig de 2014).
- [2] Procés de Bolonya, http://ca.wikipedia.org/wiki/Procés_de_Bolonya (Accés el 5 de maig de 2014).
- [3] Michalko, M. (2001), ThinkerToys; Ed. Gestion 2000, Barcelona.
- [4] Buzan, Tony. (2000). *The Mind Map Book*, Penguin Books.
- [5] Sternberg, R. (1999), "Handbook of Creativity"; Cambridge University Press, NY.
- [6] Osborn, Alex F. (1993). *Applied Imagination* (3rd ed.) NY: Charles Scribner's Sons.



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

[7] Lloveras, J. (2009). Exercises of imagination to think of new designs. *Creating a Better World. Proceedings of the 11th Engineering and Product Design Education International Conference (E&PDE'09)*, University of Brighton 10 – 11th September 2009. Ed: Clarke, A., Ion, B., McMahon, C., Hogarth, P. Ed: The Design Society and Institution of Engineering Designers, UK, DS 59., pp. 370-5.

[8] Lloveras, J. (2012). Considerations about creative environments for students. *The 2nd International Conference on Design Creativity (ICDC2012)*. Electronic Proceedings. Ed.: Duffy, A., Nagai, Y., Taura, T., Pub.: The Design Society. Glasgow, Scotland, UK, 18th-20th September 2012, pp. 280-8.

[9] Lloveras, J. (2012). Drafting of a patent application as a strategy for engineering design education. *Design Education for future wellbeing. Proceedings of the 14th International Conference on Engineering and Product Design Education (E&PDE2012)*. DS74. Ed. Buck, L., Frateur, G., Ion, W., McMahon, C., De Grande, G., Verwulgen, S. Pub. The Design Society. Artesis U. College, 6-7 September 12. Antwerp, Belgium, pp. 133-8.

[10] Lloveras, J. (2000). Ecodesign. *Integrating Design Education beyond 2000. Proceedings of the 22th SEED (Sharing Experience in Engineering Design) and 7th National Conference on Product Design Education* organized by the Institution of Engineering Designers (IED). University of Sussex, Brighton, UK., Ed. P R N Childs and E K Brodhurst. Prof. Eng. Publishing. The Cromwell Press, Wiltshire, UK, p. 209-214.

[11] Lloveras, J. (2013), Valuation of questions in presentations of group projects. *Design Education-Growing Our Future (DS76)*, 15th International Conference on Engineering and Product Design Education (E&PDE 2013). Ed: Bohemia, E., Ion, W., Kovacevic, A., Lawlor, J., McGrath, M., McMahon, C., Parkinson, B., Reilly, G., Ring, M., Simpson, R., and Tormey, D. Pub: The Design Society. Dublin Institute of Technology, Dublin, Ireland. Chapter 8-Projects, pp. 326-31. <http://hdl.handle.net/2117/20357>.



MODELS FLEXIBLES DE FORMACIÓ: UNA RESPOSTA A LES NECESSITATS ACTUALS

[12] M^a Teresa Foixench Vilagrasa, Helena Rigol Etter i Diana Tarragó Clivillé, (2012). Projecte Ecosabó. Treball de l'assignatura de Projectes, 1erQ 2012-13. ETSEIB. UPC. Presentat el 17/12/2012.