

## RECOMANACIONS PER ALS PUZLES EN L'APRENTATGE DE LA CONSTRUCCIÓ A L'ARQUITECTURA

*O. Pons, J. M. Gonzàlez, A. Ramos, R. López, R. Gumà.*  
*Departament de Construccions Arquitectòniques I*  
*Barcelona Tech (UPC)*  
[oriol.pons@upc.com](mailto:oriol.pons@upc.com)

### RESUM

Aquesta comunicació presenta recomanacions d'utilitat per a la realització d'activitats puzzle dirigides a l'aprenentatge de la construcció a l'arquitectura. Aquestes recomanacions es basen en l'experiència d'utilitzar l'activitat puzzle en classes de construcció del Departament de Construccions Arquitectòniques I (CA1) de l'Etsab, UPC. Aquestes activitats s'han dut a terme en assignatures de segon curs (Construcció 1); tercer curs (Construcció IV) i Postgrau (Màster universitari en Tecnologia a l'Arquitectura). Aquests puzzles han incorporat variacions respecte la tècnica puzzle convencional. N'hi ha hagut sobre detalls constructius d'edificis, sobre solucions davant de conflictes reals a l'obra, d'externs... Durant aquests puzzles s'han recollit diversos indicadors: pretests i posttests, enquestes de satisfacció, temps de dedicació, fitxes d'aprenentatge... Analitzant aquests indicadors és possible: a) confirmar que l'alumnat valora positivament aquesta activitat; i b) recollir i ordenar l'experiència acumulada mitjançant les recomanacions que es presenten en aquesta comunicació.

**PARAULES CLAU:** Puzzle; aprenentatge cooperatiu; construcció.

### ABSTRACT

This communication presents useful recommendations to develop puzzle activities towards learning architectural construction. These recommendations are based on the experience of using puzzle activities during construction classes in the Department of Architectural Technology I (CA1), of Etsab, UPC. These activities have been carried out in a second year subject (Construcció 1); a third year subject (Construcció IV) and a master's degree (University Master in Architectural Technology). These puzzles have incorporated variations compared to the conventional puzzle technique. There have been puzzles about architectural building details, about the solution of real on site conflicts, external ones... While carrying out these puzzles several indicators have been collected: pretests and posttests, satisfaction surveys, time dedicated, learning worksheets... Analyzing these indicators allows us to: a) confirm that students value this activity positively; and b) collect and synthesize the resulting experience in the recommendations provided in this communication.

**KEYWORDS:** Puzzle; cooperative learning; construction

## 1. INTRODUCCIÓ

El puzzle és una tècnica d'aprenentatge cooperatiu que es va desenvolupar a principis dels anys 70 per Elliot Aronson i els seus estudiants de la Universitat de Texas i la Universitat de Califòrnia [1]. En els seus inicis es va utilitzar en centres de primària. Concretament va permetre resoldre l'ambient escolar dels centres educatius d'Austin, en els quals hi havia problemes a les aules entre estudiants de diferents cultures. La utilització d'aquesta tècnica va permetre passar d'un ambient competitiu hostil a un ambient cooperatiu agradable i va implicar l'actitud activa dels estudiants.

Des d'aquella primera experiència aquesta tècnica s'ha utilitzat àmpliament en àmbits diversos. Hi ha nombrosos exemples d'aplicacions exitoses en centres per nens amb necessitats especials [2], guarderies [3], instituts [4], universitats [5].

Així doncs el puzzle és una metodologia d'aprenentatge cooperatiu coneguda i utilitzada en el món universitari, la qual permet treballar amb l'alumnat de forma dinàmica i profitosa. Per fer aquesta activitat es necessita que la classe estigui dividida en grups formals o grups base, normalment de tres persones cada un. A cada membre de cada grup base se li assigna el rol d'un expert diferent, havent-hi 3 grups d'experts diferents en tota la classe. A partir d'aquí comença el puzzle: 1) cada expert es prepara individualment el seu text, article...; 2) es reuneixen els grups d'experts per aprofundir en el coneixement del seu text, article... mitjançant la posada en comú, resoldre dubtes...; 3) es reuneixen els grups base i cada expert exposa i comparteix els seus coneixements anteriorment contrastats amb l'objectiu de que tots els estudiants assoleixin el coneixement profund de cada text, article...

La majoria d'experiències universitàries es basen en treballar textos, articles... En les experiències que us presentem en aquesta investigació l'objecte de treball ha estat ben diferent com s'explica a continuació.

## 2. CASOS PRÀCTICS D'ESTUDI

En aquest projecte de recerca s'estudien diferents aplicacions de la tècnica puzzle a l'aprenentatge de la construcció a l'arquitectura en classes de construcció del Departament de Construccions Arquitectòniques I (CA1) de l'Etsab, UPC. La majoria d'aquests puzzles són diferents als d'Aronson: en comptes de treballar textos o articles s'han treballat parts constructives de l'edifici mitjançant el dibuix de detalls, solucions davant de situacions reals a l'obra... Els casos d'estudi són 7 puzzles de les següents assignatures:

- 5 puzzles de l'assignatura de segon curs "Construcció 1" (C1) [6]. Aquests puzzles eren una part del Projecte d'Innovació Docent "Millora

de l'aprenentatge de la construcció de l'Arquitectura mitjançant metodologies actives” amb l'ajut per a projectes de millora de la docència de la Convocatòria de 2012 de l'UPC. Aquests puzles recullen l'experiència adquirida en dos Plans d'Actuació a l'Aula de semestres anteriors. Aquests puzles han estat part de les sessions de pràctiques del grup de tarda del segon semestre del curs 2011-2012. Hi havia 3 grups de pràctiques de 21 alumnes, que eren un total de 63 alumnes. La majoria d'alumnes, abans d'iniciar els estudis d'arquitectura, provenien de Batxillerat, excepte 1 arquitecte tècnic, 4 de formació professional i 1 delineant.

- 1 puzle a l'assignatura de tercer curs “Construcció IV” (CIV) [7]. Aquest puzle era una experiència puntual pionera d'una sessió de pràctiques de l'assignatura d'un grup de tardes de 42 alumnes també del segon semestre del curs 2011-2012.
- 1 puzle a l'assignatura “Tècniques i Sistemes de Construcció Industrialitzada I” (TSI) del Màster universitari en Tecnologia a l'Arquitectura [8]. Aquest puzle era una experiència puntual pionera d'una sessió teòrica i pràctica de l'assignatura d'un grup de 32 alumnes del segon semestre del curs 2010-2011.

Les característiques principals d'aquests puzles es recullen en la taula 1:

Taula 1. Característiques dels 7 puzles estudiats.

Puzle		Objecte del puzle	Caràcter del puzle	Grup classe (alumnes)	Grups base (nº)	Grups experts (nº)	Temps (hores)
a. Inicial	C1	Textos	Anàlisi	21	7	3	1,5
b. Sostres	C1	Dibuixos	Anàlisi	21	7	3	3
c. Estructura	C1	Esquemes	Proposta	21	7	3	3
d. Façanes I	C1	Detalls	Anàlisi	21	7	3	3
e. Façanes II	C1	Detalls	Proposta	63	3	7	3
f. Geotècnic	CIV	Geotècnic	Anàlisi	42	1	21	2
g. Cas real	TSI	Cas real	Proposta	30	10	3	0,5

### a. Puzle inicial

Es va fer en la primera sessió per tal que els alumnes aprenguessin sobre el propi puzle i 2 altres elements d'aprenentatge propis del curs: el portfoli docent i les rúbriques. Aquest puzle tenia com a material d'estudi informació gràfica sobre les 3 tècniques i elements d'aprenentatge i per tant era similar als puzles d'Aronson. Els 63 alumnes estaven dividits en 3 grups classe.

Cada grup classe tenia 7 grups base de 3 alumnes i 3 grups de 7 experts cada un. Es va utilitzar una aula doble de 91,4 m<sup>2</sup>.

### **b. Puzzle de sostres**

Tenia l'objectiu que els estudiants analitzessin en detall 3 tipologies de sostres diferents i la manera de representar-los en un plànol executiu. El material d'estudi eren 3 plantes de 3 tipus de sostre: un mixta, un reticular i un de placa TT. De material auxiliar hi havia una plantilla i una rúbrica que explicaven quines parts havia de tenir aquest anàlisi i com s'avaluaria. Els grups de classe, base i d'experts així com l'aula eren els mateixos que en el cas anterior.

### **c. Puzzle d'estructura**

La finalitat era que els estudiants proposessin 3 esquemes bàsics del funcionament estructural del seu edifici cas d'estudi i que ho relacionessin amb les implicacions constructives que comportava. El material d'estudi era tota la informació que els estudiants havien recollit sobre el seu edifici cas d'estudi a partir de la informació i referències que els hi havíem facilitat. De material auxiliar hi havia una plantilla i una rúbrica que explicaven quins 3 esquemes estructurals havien de proposar, que havien d'incloure i com s'avaluarien. Els 3 esquemes eren: 1) la representació en secció de la baixada de càrregues pels suports de la seva estructura; 2) 2 seccions esquemàtiques de la seva estructura en esquema de barres indicant les parts comprimides i traccionades de cada barra; 3) 2 seccions esquemàtiques de barres de l'estructura indicant la deformada de cada barra. Els grups de classe, base i d'experts eren els mateixos que en el cas anterior. La particularitat és que cada un dels 7 grups tenia un edifici diferent i cada un dels 3 grups d'experts desenvolupava un dels esquemes. Per tant en les reunions d'experts coincidien en l'esquema que havien de fer però no en l'edifici d'estudi. Es va utilitzar una aula doble de 91,4 m<sup>2</sup>.

### **d. Puzzle de façanes I**

L'objectiu era que els alumnes analitzessin 4 façanes. El material d'estudi eren els detalls en planta i secció a 1/20 i referències bibliogràfiques de les 4 façanes. De material auxiliar hi havia una plantilla i una rúbrica que explicaven quines parts i envolupants s'havien d'analitzar i com s'avaluaria. La particularitat és que el puzzle era previ a un "Think, pair and share" [9] relacionat amb un debat. En conseqüència hi havia 3 grups de debat, cada un encarregat d'analitzar 4 façanes diferents. Els grups de debat estaven formats per 2, 2 i 3 grups base respectivament. Els grups d'experts eren els propis grups de debat. En aquest puzzle la part 3 de posada en comú es realitzava durant l'activitat de debat. Es va utilitzar una aula doble de 91,4 m<sup>2</sup>.

### **e. Puzle de façanes II**

La finalitat era que els estudiants proposessin el detall de la façana del seu edifici. El material d'estudi era tota la informació que els estudiants havien recollit sobre el seu edifici cas d'estudi a partir de la informació i referències que els hi havíem facilitat. De material auxiliar hi havia una plantilla, un checklist i una rúbrica que explicaven que havien de fer un detall en planta i secció, quines parts havia d'incloure i com s'avaluaria. La particularitat és que era un puzle extern, entre classes. Cada grup classe tenia 21 alumnes que es dividien en 7 grups, cada un dels quals estudiava un edifici diferent. Aquests 7 edificis eren comuns en les 3 classes. El puzle es feia entre els 63 alumnes, amb 3 grups base que serien el grup classe i amb 7 grups d'experts de 3 grups de 3 alumnes cada un. Es van utilitzar 3 aules dobles de 91,4 m<sup>2</sup> cada una.

### **f. Puzle de geotècnic**

L'objectiu era que els alumnes analitzessin en detall un informe geotècnic. El material d'estudi era l'informe geotècnic, un document amb text, seccions de les unitats geotècniques i informes d'assajos de laboratori. De material auxiliar hi havia els apunts de classe, una guia sobre com analitzar informes geotècnics i una plantilla amb els diferents punts a analitzar. La particularitat és que era un puzle amb un grup nombrós de 42 alumnes, que es va dividir amb parelles d'experts que van desenvolupar d'1 a 3 punts per analitzar i que després van explicar al grup classe que era el grup base. Es va utilitzar una aula doble de 91,4 m<sup>2</sup>.

### **g. Puzle de cas real**

L'objectiu era que els alumnes proposessin solucions a casos reals problemàtics. El material d'estudi eren els casos reals plantejats, que estaven relacionats amb l'exposició teòrica que s'havia fet prèviament. L'exposició era sobre grans panells prefabricats de formigó armat i les problemàtiques eren sobre que fer a l'obra si: els panells arribaven a l'obra amb alguna no conformitat no detectada de mida, textura...; l'estructura de l'edifici tenia una precisió incompatible amb les tol·leràncies de façana; en l'aplec a l'obra dels panells es malmet un panell de les plantes inferiors. El grup classe es dividia en 10 grups base de 3 alumnes, que havien d'assumir el rol de direcció facultativa, constructora i industrial de façana. Per tant hi havia 3 grups d'experts corresponents a aquests 3 rols. Es va utilitzar una aula de 76,2 m<sup>2</sup>.

## **3. ANÀLISI DE CASOS**

Els indicadors que s'han recollit i que ens permeten analitzar aquests 6 casos són diversos en cada cas com s'observa en la taula 2:

Taula 2. Indicadors recollits en els 12 puzles.

INDICADOR	PUZLE						
	a	b	c	d	e	f	g
Fitxes d'aprenentatge	X	X	X	X	X		
Temps de dedicació dels alumnes fora de l'aula	X	X	X	X	X		
Temps de dedicació dels alumnes a l'aula	X	X	X	X	X	X	X
Temps de dedicació del professor fora de l'aula	X	X	X	X	X		
Temps de dedicació del professor a l'aula	X	X	X	X	X	X	X
Control de les entregues	X	X	X	X	X		
Enquesta de satisfacció	X	X	X	X	X		

Aquests indicadors s'han processat fins al moment d'una manera qualitativa, si bé ens permeten fer el següent anàlisi:

Els puzles han estat de les activitats més ben valorades en les enquestes de satisfacció, en les quals un 60% dels alumnes han coincidit amb què eren el més positiu.

La dedicació del professor fora de l'aula ha estat major en aquestes activitats puzle de nova creació que en la mateixa assignatura sense fer cap activitat nova. La mitjana de preparació és de 45 minuts per puzle sense comptar la preparació del material. Si s'ha de preparar el material depèn de quin tipus de material (escrits o plànols, parcialment ja fets o totalment nous...). Els puzles que s'han aplicat en un curs anterior es poden tornar a utilitzar fent les millores i adaptacions pertinents. La dedicació del professor a l'aula és diferent, és de moderador i és compatible amb la recollida d'indicadors.

A més a més d'aquests indicadors també se'n estant recollir d'altres, com per exemple els resultats acadèmics, pretest i posttest, vídeos...; els quals encara no s'havien acabat de recollir ni analitzar en el moment de presentar aquesta comunicació.

### a. Puzle inicial

Aquest puzle va ser positiu per a què els alumnes coneguessin la tècnica del puzle, el portfoli docent i el sistema d'entregues i rúbriques mitjançant una activitat dinàmica i participativa i evitant la classe teòrica inicial. Per exemple, un comentari de les fitxes d'aprenentatge: "La primera pràctica ha estat per entendre el funcionament de les classes de pràctiques de Construcció 1". Tot i això, un 14% dels alumnes ho van considerar prescindible en les enquestes de satisfacció, sense relació amb el temari de la matèria. El temps es va poder limitar al que s'havia programat i la dedicació dels alumnes va ser de 36 minuts de mitjana.



### **b. Puzle de sostres**

El temps va ser el programat i la dedicació dels alumnes fora l'aula va ser de 126 minuts de mitjana. Tot i aquesta important dedicació, va ser de les activitats més ben valorades en l'enquesta de satisfacció, de la qual un 24% de l'alumnat la va considerar el més positiu de la primera part del curs.

### **c. Puzle d'estructura**

El temps va ser el programat i la dedicació dels alumnes fora l'aula va ser de 81 minuts de mitjana. El fet que els grups d'experts debatessin anàlisis similars però de casos diferents va ser positiu ja que va permetre que els alumnes aprenguessin del seu propi edifici cas d'estudi i dels altres. No va comportar cap problema en la dinàmica de l'activitat ni d'insatisfacció.

### **d. Puzle de façanes I**

El puzle es va poder combinar bé amb el "Think, pair and share" i el debat. Era una activitat de només 30 minuts a l'aula i la dedicació dels alumnes fora l'aula va ser de 39 minuts de mitjana. En les fitxes d'aprenentatge corresponents, els alumnes van respondre a la pregunta "Què en treus de positiu del treball?" el propi aprenentatge, per exemple: "S'ha pogut conèixer una diversitat de façanes del tipus mur cortina, incloent els components des de les solucions més senzilles fins a les més específiques" i "Conèixer diferents tipus de capes i opcions de disposar-les conformant una façana". Aquesta activitat i l'altre puzle de façana són els que van tenir més problemes i retards en la seva entrega, si bé s'ha de tenir en compte que estaven cap a final de curs i que eren part d'una entrega final que els alumnes si que van fer a temps.

### **e. Puzle de façanes II**

El puzle extern és molt positiu perquè els estudiants de diferents classes s'enriqueixen en aquesta activitat dels coneixements i treballs dels companys d'altres aules, en les quals cada professor treballa amb profunditat temes diferents i posa èmfasi en aspectes diferents. També dona homogeneïtat de contingut i estructura als treballs de tots els grups de pràctiques i afloren diferències i problemàtiques de cada grup classe. Era una activitat que va ocupar les 3 hores de classe i hagués pogut durar més i tot, amb una dedicació dels alumnes fora l'aula de 110 minuts de mitjana.

### **f. Puzle de geotècnic**

Va faltar temps en les dues hores previstes. Al ser una activitat aïllada en tota l'assignatura va ser difícil arrencar i en conseqüència encara es va

allargar més. La posada en comú en que 21 parelles d'experts expliquen el seu resultat es fa massa llarga per l'audiència.

### **g. Puzle de cas real**

Eren puzles curts que es podien intercalar entremig d'explicacions teòriques per fer-les més amenes. El temps dedicat a l'aula era de 20 a 30 minuts per qüestió plantejada. Com que era una activitat aïllada la durada depenia de si era el primer puzle i anaven perduts o ja n'havien fet un abans i sabien com funcionava la dinàmica de l'activitat. El temps també estava condicionat per l'interès dels estudiants per cada qüestió. Els estudiants de postgrau estaven molt oberts a fer aquest tipus d'activitat.

## **4. CONCLUSIONS**

- a) La recollida d'indicadors permet comprovar el funcionament i corregir de cara a millorar o descartar activitats.
- b) Aquesta tècnica és flexible i capaç d'adaptar-se a les necessitats i particularitats de cada assignatura, de cada classe de pràctiques i de cada activitat. També pot combinar-se amb altres metodologies i activitats d'aprenentatge. En aquesta comunicació s'han presentat 7 activitats puzle adaptades per a l'aprenentatge de la construcció en l'arquitectura. Cada una d'elles té particularitats que les fan interessants per a l'aprenentatge de determinats aspectes de l'aprenentatge de la construcció a l'arquitectura. Algunes d'aquestes activitats puzle podrien servir per a l'aprenentatge d'altres àmbits de l'arquitectura o d'altres disciplines, si bé s'haurien d'adaptar a les particularitats de cada cas.
- c) Amb aquests puzles s'han assolit els següents objectius:
  - els alumnes: participen més; tenen un rol més actiu; aprenen dels companys; optimitzen el seu aprenentatge, el seu rendiment, controlen el seu temps; treballen competències genèriques de Grau de la UPC (comunicació eficaç oral i escrita i el treball en equip).
  - incentivar a altres professors d'altres assignatures a aplicar l'ús d'estructures d'aprenentatge cooperatiu.

## **5. RECOMANACIONS**

Les recomanacions per aquestes 7 activitats puzle són:



1. Els puzles convencionals, similars als primers d'Aronson, són molt útils per a què els alumnes aprenguin de forma dinàmica i cooperativament coneixements teòrics, com per exemple els objectius, les activitats, la metodologia... de l'assignatura.
2. Per a activitats pràctiques d'anàlisi, prepositives, en les quals es treballi informació gràfica, situacions reals... es pot utilitzar el puzle convencional adaptant-lo.
3. Els puzles prepositius és més difícil que tinguin èxit en cursos de grau que en cursos de postgrau. Perquè funcionin en grau i sobretot en els primers cursos d'aquest s'aconsella que prèviament es facin puzles o activitats d'aprenentatge de coneixements bàsics i d'anàlisi.
4. Els puzles externs són molt enriquidors per a alumnes i professors. En aquesta comunicació només s'ha provat entre grups de la mateixa assignatura però s'intueix que podrien ser útils en casos multidisciplinars.

En general, per a tots els puzles recomanem:

5. Per aquesta activitat i per a qualsevol activitat de metodologia activa es recomana que abans d'aplicar-la de forma generalitzada es faci una prova pilot en un grup reduït d'alumnes, per exemple un grup de pràctiques. En aquesta prova s'han de recollir indicadors i analitzar-los, de manera que el més ordenat és fer un pla d'actuació a l'aula (PAA). La prova pilot garanteix permet aflorar punts millorables i parts que no funcionen perquè quan després s'apliqui generalitzadament es puguin millorar i eliminar respectivament.
6. Aronson fa determinades recomanacions [10] de les quals comentar:
  - o En les nostres experiències no ens hem trobat mai encara ni amb el cas de l'estudiant "dominant", ni l'estudiant "lent", ni l'estudiant "avorrit", ni l'estudiant "competitiu". Aquest fet podria ser perquè els consells d'Aronson sorgeixen sobretot de l'experiència en cursos de primària.
  - o Si que ens hem trobat amb estudiants que es mostren contraris i dubtosos a fer aquest tipus d'activitat. És sobretot a l'inici, quan el professor ha de mostrar confiança i seguretat. Després, un cop començada l'activitat, el professor té un rol més de moderador i el puzle funciona. Quan hem fet diversos puzles durant un mateix curs, en el primer és quan sorgeixen més dubtes i posicions contràries per part dels estudiants. Els PAA

d'un sol grup presenten més veus dubtoses que les actuacions de tot un curs.

#### 7. Considerem com a requisits:

- Un espai mínim: en aquest cas podem afirmar que amb un mínim de 2,5 m<sup>2</sup> per alumne han funcionat.
- Un temps mínim: aquesta variable és molt difícil de controlar perquè depèn de molts factors: el material de treball (contingut, extensió...); els coneixements previs de l'alumnat sobre aquest... És diferent treballar un text de 3 pàgines que una planta constructiva d'un forjat. Aquest es pot reduir si se'ls hi demana a els alumnes que preparin el material a casa prèviament, és a dir que facin a fora de l'aula el pas 1).

## REFERÈNCIES

[1] Aronson, E. Jigsaw Classroom. 2012. <http://www.jigsaw.org/> (consulta 21 de juny de 2012)

[2] Dooley, EA; Kossar, KR. Cooperative Learning for Children with Special Needs. 2010. International Encyclopedia of Education (Third Edition), pp 555-559.

[3] Artut, PD. Experimental evaluation of the effects of cooperative learning on kindergarten children's mathematics ability. 2009. International Journal of Educational Research, Vol. 48, nº 6, pp 370-380.

[4] Hänze, M; Berger MR. Cooperative learning, motivational effects, and student characteristics: An experimental study comparing cooperative learning and direct instruction in 12th grade physics classes. 2007. Learning and Instruction, Vol. 17, nº 1, pp 29-41.

[5] Traver, J. A., y García, R. (2006). La técnica puzzle de Aronson como herramienta para desarrollar la competencia "compromiso ético" y la solidaridad en la enseñanza universitaria Revista Iberoamericana de Educación 40, 4

[6] Guia docent. Grau en d'Arquitectura (Pla 2010).  
<http://www.etsab.upc.edu/web/frame.htm?i=2&m=guia&s=guia-a&c=guia-a>  
(consulta 21 de juny de 2012)

[7] Guia docent. Arquitectura (Pla 94).

<http://www.etsab.upc.edu/web/frame.htm?i=2&m=guia&s=guia-a&c=guia-a>  
(consulta 21 de juny de 2012)

[8] Tècniques i Sistemes de Construcció Industrialitzada I del Màster universitari en Tecnologia a l'Arquitectura.

[http://mastersuniversitaris.upc.edu/tecnologiaarquitectura/e\\_programa\\_6.htm](http://mastersuniversitaris.upc.edu/tecnologiaarquitectura/e_programa_6.htm)  
(consulta 21 de juny de 2012)

[9] Think, pair and share. Some cooperative learning structures. Cooperative learning. Small group learning page.

<http://www.wcer.wisc.edu/archive/cl1/CL/doingcl/thinkps.htm> (consulta 21 de juny de 2012)

[10] Tips on implamentation. Jigsaw Classroom.  
<http://www.jigsaw.org/tips.htm> (consulta 21 de juny de 2012)