

Un projecte de tecnologies a cost zero: estructures triangulades de paper

Títol: Un projecte de tecnologies a cost zero: estructures triangulades de paper. **Target:** Professors de tecnologies. **Asignatura:** Tecnologies. **Autor:** Alejandro Peiró Panach, Arquitecto Técnico, Profesor de Tecnología en Educación Secundaria.

Un dels àmbits que trobem dintre del currículum de la matèria de tecnologies a l'educació secundària obligatòria és el que es refereix a l'estudi de les estructures i els seus esforços. Aquest estudi farà que, finalitzada l'etapa, un alumne sigui capaç de dissenyar i construir estructures senzilles aplicades a objectes de manera que es millori la seva resistència. Endemés, haurà de conèixer els diferents tipus d'esforços que pot patir un material i identificar-los en els diferents elements estructurals que puguin aparèixer en qualsevol construcció, màquina o objecte.

Una de les diferents tipologies estructurals objecte d'estudi seran les estructures d'armadura triangular que tant trobem en diferents construccions com ara ponts, pavellons, torres elèctriques, grues o, fins i tot, a la mateixa Torre Eiffel. Per analitzar el funcionament d'aquest tipus d'estructures de la manera més empírica possible existeix una opció amb què, en general, s'obtenen molt bons resultats. Es tracta de la construcció d'objectes que segueixin el principi de la triangulació i, a posteriori, la realització d'assaigs que demostrin la seva resistència.

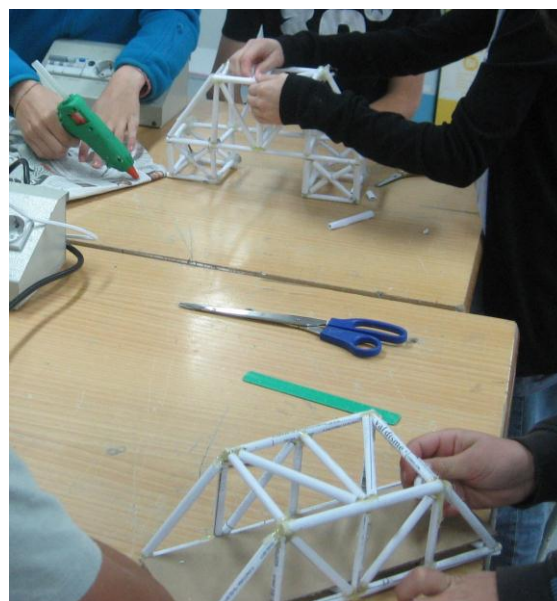
La construcció d'estructures triangulades de paper és un recurs que resultarà ràpid i barat per assolir els objectius programats i que, a més, sol tenir un gran èxit entre els i les alumnes. Per dur-la a terme només s'han d'elaborar peces lineals de paper que s'uniran adoptant la forma que els estudiants hagin dissenyat com a solució a un problema plantejat prèviament pel docent.

La manera més senzilla de fabricar cadascuna de les barres que compondran les estructures, és enrotllar un full de paper usat en una vara que superi els 29,7 cm. de longitud del full i que tingui un diàmetre d'uns 0,5 cm. L'últim tram del rotlle s'ha d'enganxar amb cola al tub resultant i, després, s'ha d'extreure la vara utilitzada durant el procés.

A continuació, comentaré alguns dels diferents problemes que es poden plantejar, com a punt de partida, amb la intenció de que els alumnes hagin de dissenyar estructures que els resolguin.

Un primer plantejament seria la necessitat de salvar un buit entre dos punts de recolzament separats una distància preestablerta. Per donar solució al problema, els alumnes, construirien ponts de paper que creuarien l'espai acordat i que, a més a més, haurien de suportar un pes mínim.

Altra manera d'enfocar el projecte seria demanar una estructura que es recolzi en quatre punts i cobreixi el buit coincident amb el paral·lelogram resultant de la unió imaginària d'aquests quatre punts. En aquest cas, les construccions resultants, serien l'equivalent a les estructures



que trobem als sostres de grans pavellons i, estarien formades, per una malla de barres col·locades formant nombroses piràmides.

Una altra opció seria que, l'estructura a dissenyar, hagués de suportar una càrrega vertical de la mateixa manera que ho fan les torres que sustenten els cables elèctrics d'alta tensió o les construccions que eleven grans dipòsits d'aigua. Per dur l'estructura a terme, els alumnes haurien de construir suports verticals que serien recolzats al terra i carregats, després, fins el seu col·lapse.

També seria possible fer una aproximació a la manera de treballar de les mènsules . Per fer-ho, s'hauria de demanar com plantejament inicial una estructura que, disposada horitzontalment i subjectada per un dels seus extrems, fóra capaç de sostenir un determinat pes a l'altre extrem sense trencar-se. Podríem posar com a exemples d'estructures que treballin d'aquesta manera les diferents grues que serveixen com a mitjà auxiliar al sector de la construcció, o bé, les bigues voladisses que sustenten els sostres dels grans estadis esportius.

Un cop fet el plantejament del problema, els alumnes haurien de cercar informació i realitzar els esbossos amb les seves idees, per a després, entrar en un debat per triar la solució definitiva que es podrà correspondre amb el disseny d'un alumne o amb la combinació de dues o més idees. Aquest seria un moment idoni per efectuar un dibuix acotat de la idea final. Es podria fer servir un programa de dibuix assistit per ordinador com ara el Qcad. També es podrien calcular els centímetres lineals d'estructura resultant fent servir un full de càlcul com el que ens pot proporcionar, entre altres, un programa inclòs en el paquet *OpenOffice* anomenat *Calc*.

Després de la fase de disseny, es prepararà el material necessari per dur a terme la construcció. Això és, paper usat, cola blanca, tisores, i cola termofusible. Amb això, es fabricaran les barres com hem explicat amb anterioritat i es retallaran, a posteriori, amb les mides necessàries per a, a continuació, enganxar-les amb la cola termofusible adoptant la forma acordada.

Per finalitzar l'activitat només faltaria realitzar la prova de càrrega de l'estructura, que es farà, d'una manera o d'una altra, segons els diferents problemes plantejats.

Un cop comprovada la resistència de la construcció, procedirem a la qualificació de la mateixa en funció dels quilograms que suporti o, fins i tot, tenint en compte els metres lineals de paper que componen l'estructura elaborada.

Per posar un exemple, en el cas del pont, podríem fer servir els següents barems per establir la puntuació de l'equip:



Qualificació en funció dels quilograms suportats	
Kg	Qualificació
>20	10
20	9
18	8
15	7
13	6
10	5
8	4
6	3
5	2
3	1

Qualificació en funció dels quilograms suportats per centímetre lineal	
Kg/cm	Qualificació
>0,1	10
0,1	9
0,09	8
0,075	7
0,065	6
0,05	5
0,04	4
0,03	3
0,025	2
0,015	1

Finalitzada l'activitat, serà adient fer una reflexió segons els resultats obtinguts. Serà necessari analitzar com a influït la disposició de les barres en el resultat aconseguit. També serà important, esmentar el paper que ha jugat la geometria externa de l'estructura (alçada i amplada), en la seva resistència i la seva estabilitat.

Una altra bona pràctica, per tancar l'estudi d'aquesta tipologia estructural, seria realitzar assaigs de barres aïllades. Per exemple, es podria comprimir contra una bàscula una barra fins que es trenqués comprovant, d'aquesta manera, la càrrega màxima en quilograms suportada abans de l'esclafament (assaig de compressió). Es podria realitzar, a més a més, un assaig de flexió o tracció, subjectant horitzontalment o vertical, respectivament, una barra amb el cargol de banc d'un extrem i penjant la càrrega a l'extrem lliure.

Per concloure, després de l'explicació de l'activitat, m'agradaria fer esment de la gran versatilitat d'aquest sistema de construcció d'estructures atès que, ens pot permetre, utilitzar-ho en altres projectes diferents de l'exposat. Entre un gran nombre d'opcions, seria un bon recurs per fabricar, per exemple, el xassís d'un cotxe impulsat per un motor, l'armadura d'una sènia giratòria capaç de generar corrent elèctric, o bé, el suport d'un semàfor programat cíclicament. ●