

creamat

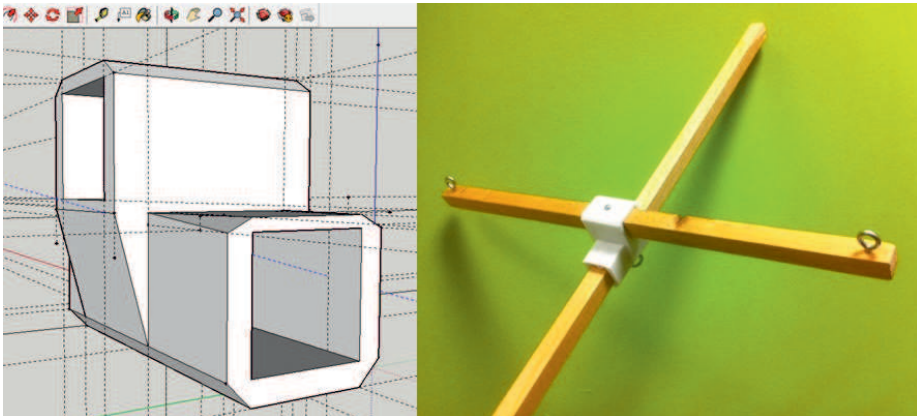
el racó del cesire-creamat

Matemàtiques i impressió en 3D

.....

De mica en mica, les impressores en 3D comencen a entrar als centres. Com altres eines tecnològiques, sovint arriben sense un acompanyament clar sobre el seu ús educatiu i poden acabar arraconades perquè no se sap ben bé què es pot fer amb elles. Per altra banda, són aparells que funcionen amb un material fungible relativament car, són delicades pel que fa al manteniment, lentes en la impressió... I, per acabar-ho d'adobar, la impressió no és directa, com en el cas de la impressió en paper, i calen programaris intermedis. Significa tot això que són una mala inversió? La resposta és que no... si se'n fa un ús racional i pedagògic. Perquè, entre altres coses, les impressores en 3D ens permeten fer objectes o prototips amb una qualitat més que digna i amb una precisió de mesura difícil d'obtenir amb altres tipus de materials.

Mirem, com a exemple, un parell de situacions en les quals la impressió en 3D ens pot ser de gran ajuda.



- Imaginem que estem treballant la proporcionalitat geomètrica a partir de la realització de mesures indirectes. Una de les possibilitats és construir una *ballestina*, també coneguda com a *pal de Jacob*, un estri format per dos pals en forma de creu que, ja al segle xiii, es feia servir per a la navegació i el càlcul de mesures. És molt interessant, per exemple, quan s'han de fer mesures de peu inaccessible, com seria el cas de mesurar l'altura d'una torre que està a l'altre costat d'un riu. Podeu veure el mètode en aquest

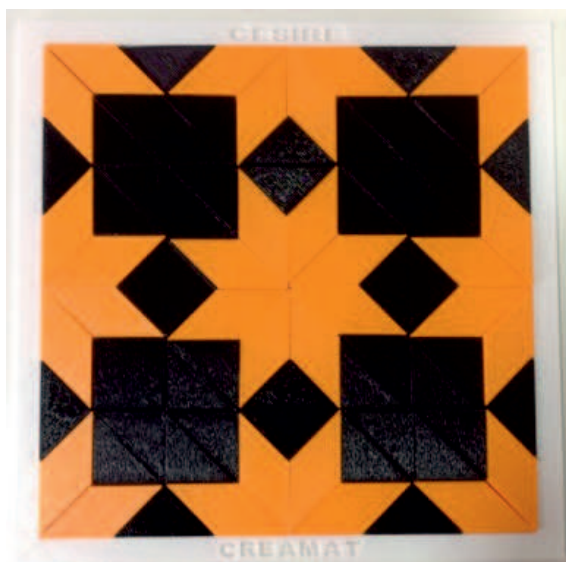
enllaç: <https://goo.gl/Tq81Xn>. En la *ballestina* un dels braços de la creu s'ha de poder moure sobre l'altre. La impressora en 3D ens permet dissenyar una peça, ben ajustada a la mida de les fustes, que faciliti aquest moviment.

- Hi ha materials que són difícils d'obtenir perquè no estan comercialitzats o perquè, si ho estan, són força cars. Una manera d'obtenir-los és mitjançant una impressora en 3D. En el cas dels materials comercialitzats, haurem de mirar si serà realment més econòmic fer-los amb la impressora. No té sentit, per exemple, fer geoplans quadrats tradicionals amb una impressora en 3D, ja que els podem comprar a preus raonables. El con d'Apol·loni, en canvi, pot ser un exemple clar de material costós en fusta i ajustat de preu si es fa amb una impressora en 3D.

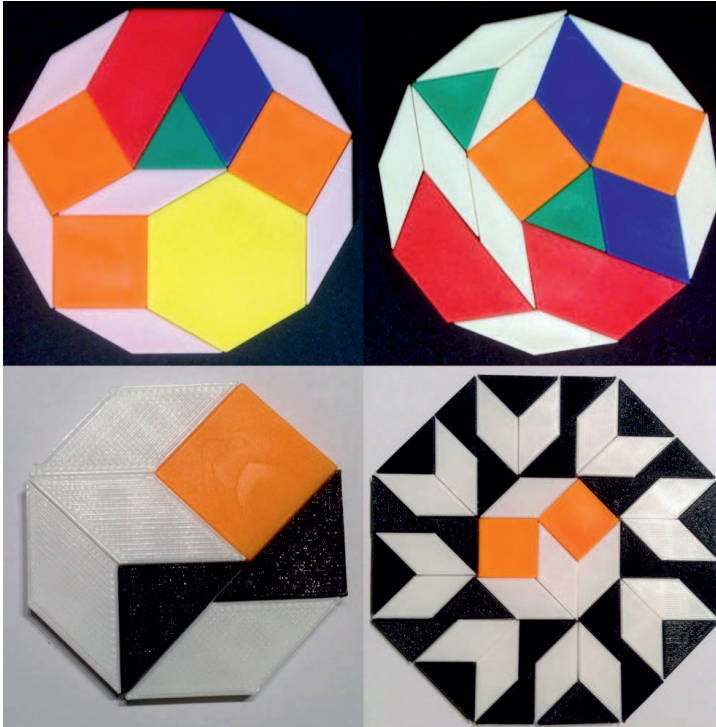


Con d'Apol·loni.

- Una altra qüestió és la seva utilitat per complementar materials. A l'article «Materials per a construir mosaics... i matemàtiques!», d'Anton Aubanell (*Nou Biaix*, núm. 36, <https://goo.gl/kCDutC>), es parla d'un mosaic que va estudiar Puig Adam i que consta de dos tipus de peces: triangles rectangles isòsceles i rombes de 135° i 45° .



Aquest material es pot combinar amb un altre material comercialitzat com ara els *Pattern Blocks*, altres tipus de peces, totes amb el mateix costat (triangle equilàter, quadrat, hexàgon regular i dos rombes de 30° i 60° com a angles aguts i 120° com a angle obtús). No trobarem cap objecte a la venda que combini les peces dels dos materials, però amb la impressora en 3D no és difícil obtenir un conjunt de peces del mosaic de Puig Adam que tinguin un costat idèntic a les dels *Pattern Blocks*. Combinar els dos tipus de peces obre noves possibilitats. Per exemple, amb els *Pattern Blocks* podem obtenir dodecàgons regulars, però no octògons. Amb les peces de Puig Adam, o combinant els dos materials, sí que és possible. A més, podem obtenir octògons de diferents mides.



Cal tenir en consideració també que existeixen molts repositoris d'objectes ja predissenjats que podem descarregar directament per portar-los a les nostres impressores. Vegeu els recollits al web *Thingiverse* (<https://goo.gl/QVy7pn>). Són bancs d'objectes als quals també podem aportar els nostres dissenys.

El més important: dissenyar

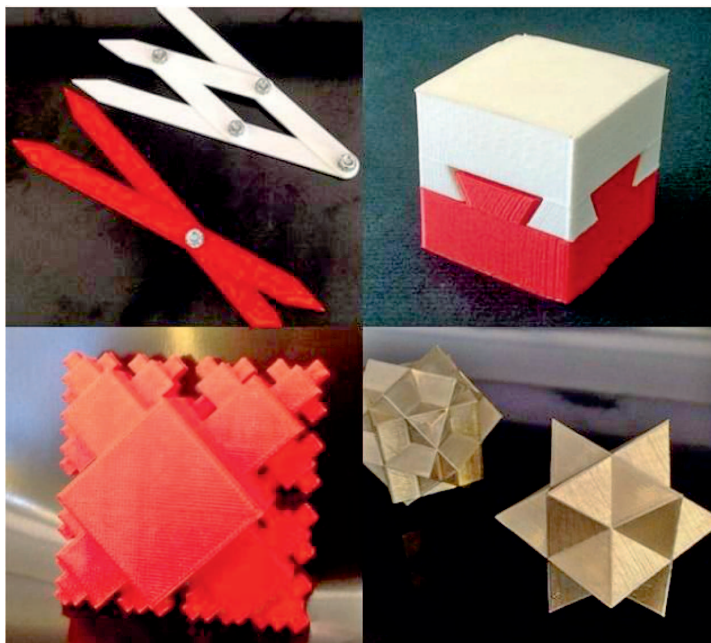
Quedar-nos només amb un ús «reproductor» de la impressora seria autolimitar-se molt. De fet, el que considerem més enriquidor i el que fa realment interessant la presència d'aquesta tecnologia als centres és que siguin els alumnes els que dissenyin els materials que s'han d'imprimir. Un cicle complet de creació d'un objecte implica diferents fases següents.

- Detecció d'una necessitat
- Cerca d'una solució

- Definició de l'objecte que s'ha de construir
- Predisseny basat en l'anàlisi de l'objecte
- Disseny amb un programari adient
- Impressió
- Test
- Si cal, postproducció (polir, pintar...)

No sempre caldrà fer tot el procés, ja que els objectes que s'han d'imprimir poden ser prou senzills o fàcils d'analitzar i a vegades només caldrà fer adaptacions.

Durant el curs 2016-2017 des del CESIRE-CREAMAT vam estudiar diferents possibilitats de treball en aquesta línia i vam arribar a fabricar una petita col·lecció d'objectes que s'han anat presentant en diferents jornades educatives (APMCM, ACG, ABEAM...). En l'exposició s'han pogut veure compassos auris, diferents tipus de trencaclosques, fractals plans i en volum, poliedres estrellats, tessellacions planes i de l'espai, etc. I tots els objectes, acompanyats de fitxes de treball a l'aula. L'exploració pràctica feta s'ha orientat també a veure les característiques de diferents programes de disseny en 3D per valorar les possibilitats que cadascun ofereix. A més, s'ha experimentat amb diferents tipus d'impressores i materials d'impressió, i s'han fet proves amb diversos tipus de pintura que milloren l'acabat dels objectes. En aquest últim apartat hem rebut l'ajut d'Ester Forné, de l'àmbit de visual i plàstica del CESIRE. També s'ha indagat l'ús de GeoGebra per a la seva conversió posterior en objectes en 3D imprimibles. Però el que més ens ha interessat, per sobre de tot, ha estat estudiar els possibles usos didàctics de les impressores.



Durant el curs 2017-2018 hem començat a publicar al web del CESIRE-CREAMAT un seguit de propostes, algunes basades en els objectes creats durant el curs anterior i altres basades en objectes nous.. Abans de comentar-les, però, cal esmentar també un altre treball publicat,

aquest cop al web del CESIRE: *2D ↔ 3D – Tecnologies creatives (Idees per a educació primària)* (<https://goo.gl/RkhQs9>). En aquest document es fan diferents propostes de treball previ o complementari al disseny en 3D. Es parteix de la base que el disseny en ordinador es fa sempre en dues dimensions, per molt que puguem girar els objectes virtualment i canviar la seva visualització. Per tant, el treball d'interpretació tridimensional de representacions bidimensionals i, a la inversa, el treball de representació en dues dimensions d'objectes de tres, mereixen un tractament didàctic específic. Entre les propostes que es tracten hi ha activitats amb figures impossibles, dibuix en perspectiva mitjançant trames isomètriques, interpretació d'estructures fetes amb *multilink*, representació per vistes o la investigació de les seccions i els truncaments de poliedres.

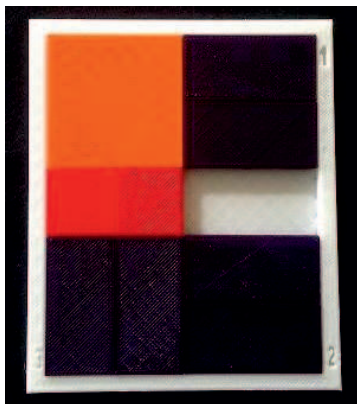


Quants cubs té aquesta construcció?

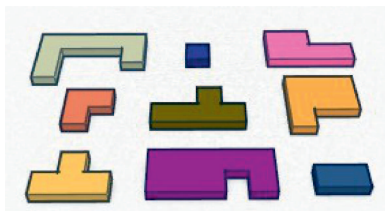
La campanya «Impressió 3D i matemàtiques»

En aquesta campanya (<https://goo.gl/vHXfL1>), a més de compartir les idees i els projectes en què hem estat treballant, hi ha petits tutorials d'alguns dels programes que es fan servir, exposats de manera especialment detallada en el cas dels més senzills, com ara el Tinkercad (www.tinkercad.com), que és utilitzable a educació primària. A més, es proposen activitats per realitzar a l'aula, així com possibles ampliacions. També es poden descarregar tots els dissenys directament per imprimir-los. En el moment d'escriure aquest article ja tenim sis propostes publicades:

- **El cub soma.** És una de les construccions més senzilles per iniciar-se en la impressió en 3D i es pot realitzar fàcilment amb Tinkercad. A més del soma, es presenten altres puzles cúbics com el *cube-7*, el *cube diabòlic*, l'*O'berine* o el de *Bedlam*. Les activitats amb soma van des de la resolució de diferents figures fins a l'estudi de com anotar les solucions trobades.
- **Jocs de blocs lliscants.** Es presenten diferents problemes de blocs lliscants i se centren en un de particular, el *Dad's puzzle*. S'explica com s'ha de dissenyar el joc i, sobretot, la caixa que l'ha de contenir, ja que en aquest tipus de trencaclosques això facilita molt la seva manipulació.



- **El tangram de vuit elements.** És un tangram de vuit peces que s'obtenen de la dissecció d'un triangle equilàter feta de tal manera que si s'agafa com a unitat d'àrea la peça més petita (que també és un triangle equilàter), les àrees de les set peces restants són creixents d'una unitat en una unitat. La particularitat d'aquesta proposta, que s'acompanya d'altres tangrams, és que s'hi explica com fer la construcció amb GeoGebra, per millorar la precisió de la construcció de cadascuna de les peces, i com convertir aquest disseny geomètric en un format imprimible.
- **Quadrats geomàgics.** Són quadrats màgics de formes. Amb les peces situades a les columnes, files i diagonals es pot aconseguir una mateixa figura. En la de la imatge que posem d'exemple es pot aconseguir sempre un rectangle de 3×5 . És una proposta de disseny en 3D que es pot fer amb els mateixos programes que les propostes anteriors.



- **Talls i seccions d'un cub i un tetraedre.** S'introdueix l'ús del programa Sketchup per dissenyar el tall d'un cub en una secció hexagonal, la divisió del cub en tres piràmides iguals i la secció quadrada d'un tetraedre.
- **El cub encadellat i el tap triple.** S'utilitza el mateix programa anterior per dissenyar objectes que no es troben comercialitzats i que es poden tenir com a models a l'aula o al laboratori de matemàtiques. S'explica com fabricar dos objectes aparentment impossibles: un cub fet de dues peces encadellades amb un encaix inversemblant i un tap «universal» que pot obturar tres forats de formes ben diferents (quadrat, cercle i triangle).

Com en les altres campanyes anteriors (Geometria, Estadística i Investigacions), l'objectiu és anar afegint progressivament més propostes. A més de presentar els materials que fins ara s'han anat elaborant, continuarem explicant altres programes de disseny en 3D, com l'OpenSCad o GeoGebra 3D, i donarem a conèixer alguns repositoris de materials.