

LES BOMBOLLES DE SABÓ DESCOBREIXEN LA GEOMETRIA

**Yo amo los mundos sutiles,
ingrávidos y gentiles como
pompas de jabón.**

Antonio Machado

Document extret d'una ponència realitzada a la Universidad Internacional Menéndez Pelayo
Santander, 11 de setembre del 2000
pel professor:

Anton Aubanell Pou
IES "Sa Palomera", Blanes (Girona)
Facultat de Matemàtiques, Universitat de Barcelona.

Dossier adreçat a parvulari i CI de primària

QUI NO HA JUGAT MAI AMB BOMBOLLES DE SABÓ?

Darrera d'aquestes Innocents i divertides figures s'amaga un gran entramat matemàtic que es pot aprofitar per treballar conceptes de geometria en els diferents nivells educatius.

Hi ha una part recreativa i lúdica, motivadora pels alumnes i al mateix temps la constatació de les possibilitats que ofereix la matemàtica per explicar, descriure i predir els fenòmens naturals, en aquest cas el comportament dels líquids.

Fer geometria amb bombolles de sabó té un encant: l'encant de l'incertesa. És una geometria aventurera, una mica entremaliada, bònica però, efímera, com la majoria de les coses belles: el vol d'una papallona, una flor, una posta de sol,... una bombolla de sabó!

MATERIAL

- Un recipient amb la **barreja** formada per **aigua** (50%), **sabó líquid** de rentaplats, tipus fairy (40%) i **glicerina** (10%). Potser, caldrà ajustar les proporcions fent un tempteig depenent de la duresa de l'aigua i del tipus de sabó que s'utilitzi.
- **Jocs de làmines planes transparents** unides per unes petites columnes de plàstic.
- **Carcasses de ferro de figures polièdriques amb volum:** cub i tetraedre.
- **Aros, triangles i quadrats** amb mànec per subjectar.
- Un paquet de **canyes**.
- **Trossos de fil, filferro, un paquet de cigarrets i una capsa de llumins.**

FONAMENT FÍSIC

A causa de la **tensió superficial** els líquids presenten una tendència a reduir la superfície exterior que mostren ja que la mínima superfície correspon al menor valor possible de l'energia potencial deguda a la tensió superficial.

D'aquesta manera, si un volum de líquid es deixa lliure a l'aire o en el si d'un altre líquid de la mateixa densitat, es situarà de manera que tingui la **menor superfície** possible compatible amb el seu volum.

Les gotes del líquid són esfèriques, perquè, per un volum donat, **l'esfera és la figura que presenta la menor superfície exterior**.

El sabó té l'efecte de disminuir la tensió superficial dels líquids i de permetre la seva laminació formant bombolles que mantenen, no obstant, la tendència a situar-se en superfícies mínimes. Per tant, s'aprofitarà aquesta propietat per produir figures tridimensionals formades per la combinació de pel·lícules sabonoses.

A la pràctica, amb freqüència s'obtindran mínims relatius, superfícies minimals. Si els movem o canviem de posició podrem passar d'una configuració minimal a una altra o accedir a mínims absoluts estables.

EXPERIMENTEM

S'ha de tenir en compte que:

- **Cal submergir totalment les figures dins el líquid i tot seguit, treure-les amb cura.**
- **Cal mullar-nos els dits o les canyes amb el líquid abans de tocar les figures, ja que sinó trencarem les pel·lícules de sabó.**
- **La barreja és molt concentrada (sabó i glicerina). Cal rentar-se i esclarir-se bé les mans després de fer la pràctica i sobretot no posar-s'ho a la boca.**

JUQUEM A FER BOMBOLLES DE SABÓ I EXPERIMENTEM AMB EL MATERIAL

Fem una estona de joc lliure: experimentem i observem que passa.

Fem diferents hipòtesis, després experimentem i comprovem quines s'han complert i quines no:

- Que passa quan posem les figures dins de la barreja:

les làmines transparents...

els aros ...

els quadrats...

els triangles ...

I les figures amb volum?

Es formen pel·lícules de sabó, bombolles de sabó, ...alguna altra figura?

Amb les làmines podem observar quantes pel·lícules de sabó es formen entre les columnes de plàstic, si sempre es formen les mateixes, si al moure les làmines també es mouen les "pel·lícules" que s'han format,...

- Les bombolles són totes de la mateixa mida?
N'hi ha de més grans i de més petites?

La bombolla de sabó que surt de l'aro és rodona?

I la del quadrat gran / petit?

I la del triangle gran / petit?

Les bombolles de sabó sempre surten rodones ?

- Amb una canyeta bufem dins de la bombolla.
Que passa?

Es trenca la bombolla, es fa més gran , en surt una altra de nova (més gran, més petita...) ...

Si el vostre/a mestre/a hi posa fum que observem?

- Provem de trencar les bombolles. És fàcil?

Ara, provem d'enganxar-ne dues. S'ha pogut fer?

També podem agafar una bombolla entre dos aros i es va separant lentament. I observem com es va perdent la forma esfèrica del contorn per anar-se aproximant a un cilindre.

Més coses...

Al submergir un aro ens queda una pel·lícula fina de sabó. Podem intentar posar una anella feta amb fil al damunt de la pel·lícula. Primer, el fil queda arrugat, però, si trenquem, amb molta cura, la pel·lícula situada al mig de l'anella del fil, la làmina líquida exterior tendirà a reduir la seva superfície i tensarà el fil en totes direccions formant un cercle buit perfecte que perfora la làmina de sabó. És una curiosa visualització de l'efecte de tensió superficial dels líquids.

Al submergir altres figures realitzades amb filferro s'obtenen formes tan maques com sorprenents. Resulta especialment atractiu observar l'efecte que produeix sobre les làmines líquides al deformar els contorns del filferro.

- o Amb les figures amb volum :

el **tetradre**: Observem les 6 làmines planes i triangulars que es formen i que es tallen en 4 arestes que convergeixen en un punt (baricentre), ja que és una figura regular.

(Els angles entre les cares que es formen són de 120° , són iguals, i els angles entre les arestes que convergeixen al baricentre són de $109^\circ 28'$). Es pot provar de tallar algunes làmines (amb la punta del dit o amb la canyeta) i s'obtindrà un paraboloides hiperbòlic (el perfil de la sella de muntar).

Amb l'ajuda d'una canyeta, es pot col·locar al centre una bombolla simplement d'aire o bé de fum. Amb el fum queda més visible, es forma una bella figura tetraèdrica, amb les cares abultades, aguantada entre les 6 làmines planes.

El **cub**: apareix una làmina quadrada en el centre suspesa per 12 làmines planes en forma de trapezi. Els angles entre cares són sempre de 120° (són iguals).

Si es mou l'estructura en cada una de les tres direccions donades per les arestes del cub es pot aconseguir que el pla central es col·loqui ortogonalment a la direcció del moviment provocant curiosos salts entre tres configuracions minimalis equivalents.

Si bufem amb una canyeta en el pla central obtindrem un cub - amb les cares lleugerament abultades- aguantat entre les 12 làmines líquides.

I si fem servir fum de tabac es visualitzarà millor el cub central i tindrà un encant especial.

Al submergir un filferro en forma de doble hèlix és genera una **helicoides**. Ens recorda l'estructura de la mol·lècula d'ADN o bé les **escales de cargol**, amb la particularitat d'estar formades per dues rampes, de manera que una persona pot pujar i una altra baixa sense necessitat de creuar-se.

Al submergir un aro ens queda una pel·lícula fina de sabó. Podem intentar posar una anella feta amb fil al damunt de la pel·lícula. Primer, el fil queda arrugat, però, si trenquem, amb molta cura, la pel·lícula situada al mig de l'anella del fil, la làmina líquida exterior tendirà a reduir la seva superfície i tensorà el fil en totes direccions formant un cercle buit perfecte que perfora la làmina de sabó. És una curiosa visualització de l'efecte de tensió superficial dels líquids.

Al submergir altres figures realitzades amb filferro s'obtenen formes tan maques com sorprenents. Resulta especialment atractiu observar l'efecte que produeix sobre les làmines líquides al deformar els contorns del filferro.

Es tracta d'un camp obert a la imaginació i a la creativitat on convergeixen, de manera fascinant, la matemàtica i l'estètica.

ASPECTES DIDÀCTICS

Les activitats es poden realitzar a diferents nivells - des del parvulari a la universitat- , als nens i a les nenes de parvulari els agradaran les bombolles i les formes que s'obtenen, els alumnes de la universitat s'interessaran per les propietats de les superfícies minimals.

A cada nivell es poden tractar aspectes específics: el vocabulari geomètric que apareix de manera natural al descriure les formes, els angles, les distàncies, les superfícies, les posicions relatives entre els elements geomètrics, les simetries, les representacions gràfiques,... i, en general, el poder modelitzador de la matemàtica.

Les activitats treballen diferents àrees: física i química (tensió superficial, la mescla del líquid), tecnologia (disseny i construcció de les estructures), educació visual i plàstica (estètica i representació de les formes obtingudes).etc.

Les activitats tenen un contingut lúdic, però, cal evitar, que l'alumne ho entengui com un espectacle, sense, més contingut.

Les activitats s'han de realitzar en sessions de duració limitada, ja que , passat un temps, l'activitat "explotarà" i caldrà deixar un marge de joc lliure.

En nivells més alts, pot ser interessant, que després de les activitats, l'alumne respongui un qüestionari o el.labori un petit informe sobre les observacions realitzades. Aquest exercici de reflexió i expressió pot millorar l'aprofitament educatiu de les activitats proposades.

Les experiències pràctiques manipulant materials concrets no són elements secundaris a la classe de matemàtiques. No es tracta de frivoltats, curiositats, activitats més o menys vistoses, però, insignificants ... Són elements que permeten acostar-nos de manera natural, en molts casos, a les autèntiques motivacions que van originar els problemes matemàtics.