

# LES MATEMÀTIQUES SURTEN AL CARRER

ELS DOCENTS DE LES MATEMÀTIQUES FAN NOMBROSOS ESFORÇOS PER TAL QUE AQUESTA CIÈNCIA, QUALIFICADA D'ABSTRACTA PER MOLTS, SIGUI MÉS TANGIBLE



La geometria és possiblement la disciplina matemàtica que més experiències permet a cel obert, o sigui, fora de l'aula. En són exemples la ruta matemàtica de Celrà, la plaça de la Geometria de Borrassà, el Teatre-Museu Dalí de Figueres i dues propostes més: Sant Salvador de Verdera i el projecte de Museu de les Matemàtiques.

**JOSEP MARIA DACOSTA** > TEXT I FOTOS

>> *En l'itinerari matemàtic elaborat per Angelina Noguer, una piona ens ajuda a calcular el número  $\pi$ .*

## **E**l passeig matemàtic de Celrà

Angelina Noguer, professora de l'institut local, afirma que «les matemàtiques són presents a la nostra vida i només en reconeixem la utilitat en l'aritmètica i la geometria bàsica, que són les que més utilitzem, però també serveixen per entendre millor la natura, l'arquitectura i la tècnica». Per comprovar-ho, Noguer convida a la descoberta de l'entorn del centre educatiu on imparteix classes.

Per recórrer el bulevard de les ciències exactes, podem arribar a Celrà en tren. Com és sabut, les vies del ferrocarril són un dels exemples més universals que posen els mestres per explicar les línies paral·leles, que són

aquelles que guarden sempre la mateixa distància entre elles, malgrat que la perspectiva creï la falsa il·lusió que es tallen en la llunyania.

Des de l'estació, s'albira la fàbrica Brillas, Pagans & Cia., un conjunt impressionant d'edificis on domina el rajol i sobresurten les xemeneies. Aquestes són un exponent del que s'anomena *coscos de revolució*, que, tal com exposa Noguer, «s'obtenen fent girar una recta o una corba al voltant d'un eix per for-

mar esferes, cilindres, cons i, en el cas de la xemeneia, els troncs de cons».

Des de la fàbrica agafem la carretera de Juià en direcció al nucli antic, i en una zona verda propera, al costat de la bassa de can Ponac, trobem una torre cilíndrica. Aquesta estructura ens pot ajudar a inferir que un rectangle que gira a l'entorn d'un eix central genera un cilindre. Continuant el nostre periple cap al sud, arribem al carrer Oriols, on hi ha una font delimitada per altres cilindres -les pilones-, que per una banda impedeixen el pas de cotxes però per l'altra ens ajuden a trobar una aproximació del nombre  $\pi$  (pi): «Caldrà mesurar amb la major exactitud possible la longitud de la circumferència i la dividirem pel diàmetre: haurem aconseguit una aproximació de pi, un número irracional». Per cert, el 14 de març se celebra el dia mundial

**«Les matemàtiques són presents a la nostra vida i només en reconeixem la utilitat en l'aritmètica i la geometria bàsica, que són les que més utilitzem»**



>> **La cinta de Möbius  
davant del pavelló de Celrà.**

del número  $\pi$ , ja que la forma anglesa d'escriure aquesta data és 3,14.

Noguer ens fa fixar en els arcs rebaixats de la façana de l'Ateneu. A diferència dels de mig punt –els propis del romànic–, per dissenyar-los s'ha baixat el centre de la circumferència i així, en comptes de descriure una semicircumferència, en dibuixen només una part, o sigui, un arc. El recorregut prossegueix fins al pavelló d'esports. Una pista de patinatge, més enllà del seu valor lúdic, ofereix triangles rectangles i superfícies còncaues als interessats. Tanca la ruta el monument dedicat a la cinta de Möbius, el primer exemple de superfície unilateral, una superfície no orientable d'una sola cara. Hom la pot construir agafant una cinta plana, torçant  $180^\circ$  un dels extrems i ajuntant-lo amb l'altre.

**La plaça de la Geometria de Borrassà**

Si Borrassà deu el nom a ser bo, ras i sa, ¿què millor que aprofitar una superfície planera del poble per ensenyar les principals figures geomètriques de dues dimensions, és a dir, planes? La concepció de la plaça va sorgir quan davant de l'escola local va quedar un terreny buit envoltat per dos vials i una rotonda. L'arquitecte municipal, Fernando Aizpun, va proposar a l'alcalde, Ferran Roquer, la urbanització

d'aquest solar de tal manera que funcionés com a punt de trobada i recreació i a més esdevingués un espai de descoberta matemàtica dels elements geomètrics que configuren l'espai; tot això amb un magnífic paisatge de fons.

La pavimentació en diferents colors mostra les figures de la circumferència i el cercle, el pentàgon regular i l'estrella pentagonal inscrita o pentalfa. També hi són representats el quadrat i el rectangle, amb la particularitat que aquest és auri, és a dir, que els seus dos costats guarden entre ells la relació àuria, cànon de bellesa clàssica que es quantifica amb el número  $\Phi$  (fi), aproximadament 1,618033... És el mateix rectangle que ha servit per dissenyar les targetes de crèdit que portem a la butxaca. Un dels plafons de l'espai ensenya com construir-lo.

**Per engrescar-nos, el plafó informatiu de la plaça de la Geometria de Borrassà enuncia: «Un faraó volia saber l'alçada de la seva piràmide i Tales la va calcular a partir de l'ombra d'un bastó»**

A la plaça borrasanenca trobem també el triangle rectangle, el qual ens permet comprovar dos teoremes fonamentals. El primer és el de Pitàgores, que es demostra amb quadrats que se situen a la hipotenusa i a cadascun dels dos catets. El segon és de Tales, que ens permet, fent servir proporcions, mesurar l'alçada d'objectes inabastables, com qualsevol arbre d'una certa altura o el fanal de la plaça. Per engrescar-nos, el plafó informatiu corresponent enuncia: «Un faraó volia saber l'alçada de la seva piràmide i Tales la va calcular a partir de l'ombra d'un bastó».

**Buscar pentàgons al Teatre-Museu Dalí**

Un dels aspectes més conspicus d'aquest edifici és la seva cúpula geodèsica. Amb una atenta observació, la podríem comparar –des del punt de vista geomètric– amb una pilota de futbol. Tots dos objectes estan formats per hexàgons i la seva estructura, quasi esfèrica, es tanca amb pentàgons regulars.

Per descobrir l'estrella pentagonal, cal fixar-se en el quadre *Leda atòmica*, a la sala del Tresor. La seva composició fa que Gala i el cigne dibuixin una pentalfa, un dels símbols més bells i universals alhora. Una altra estrella, aquesta ja més evident, es troba al quadre *Figura rinoceròntica del Ilisos de Fidias*, a la



sala de les Peixateries Velles, en el qual apareix una estrella de mar.

Per comprovar la universalitat de l'estrella de cinc puntes només cal fer un cop d'ull a qualsevol cartell d'un locutori telefònic que mostri el preu de les trucades a diversos països. Veurem que la silueta estelada de cinc puntes forma part de la bandera de molts estats sense cap relació entre si, com Brasil, Xina, Marroc, Xile... Entre altres, la pentalfa simbolitza els estats de la Unió, els partits revolucionaris, els cinc manaments de l'islam i l'internacionalisme: cinc vèrtexs, cinc continents.

Un pas més enllà dels polígons de cinc costats el tenim en el dodecaedre, figura que resulta d'inscriure dotze pentàgons regulars dins d'una esfera. Aquest sòlid platònic el posà Dalí en el quadre *La recerca de la quarta dimensió*.

Si desitgem un exemple espectacular de pentàgon irregular, també el podem trobar a Figueres, concretament al castell de Sant Ferran, fortalesa militar que es va començar a construir el 1753 i que per a alguns «havia de tallar, per sempre, el perill d'invasió des del país veí», tal com explica Carlos Díaz Capmany, president del Consorci del

*>> Fernando Aizpun i Ferran Roquer han creat la plaça de la Geometria a Borriassà. A la dreta, pentàgons regulars que tanquen la cúpula geodèsica del Teatre Museu Dalí.*

Castell de Sant Ferran i investigador d'aquesta plaça fortificada.

A l'observador el sorprendran les grans dimensions d'aquest recinte defensiu: el passeig pedestre del seu perímetre fa 3.120 metres. Malgrat que no es pot comprovar a peu pla, té una planta en forma de pentàgon irregular, amb baluards, com a adaptació a l'atac i defensa mitjançant la *pirobalística*, o sigui, l'artilleria impulsada per arma de foc, que s'emprava a mitjan segle XVIII. «San Fernando de Figueres es un caso sutil de combinación de un pentágono, figura

**Per veure la universalitat de l'estrella de cinc puntes només cal fer un cop d'ull a qualsevol cartell d'un locutori telefònic que mostri el preu de les trucades a diversos països**

considerada como la más perfecta de la naturaleza», escriu Rafael Vila en el seu article sobre la composició arquitectònica de la fortalesa. Carlos Díaz Capmany col·labora amb un equip multidisciplinari per tal que aquesta plaça forta inclogui un centre d'interpretació.

### **La talaia de Sant Salvador de Verdera**

Les comarques gironines disposen d'un gran nombre de miradors des d'on es pot contemplar la bellesa dels seus paisatges. Si volem clissar l'elegància matemàtica d'un paisatge podem arribar-nos a les mirandes de la serra de Rodes i des d'allà admirar el traç de la badia de Roses. A tall d'anècdota, s'ha proposat que aquesta rada entri en el club de les badies més boniques del món.

La perfecció de l'arc del golf de Roses fou descrita matemàticament per l'enginyer Frederic Macau en el seu *Teorema de l'Empordà*. És sabut que aquesta rada està constituïda pels sediments transportats pels rius Muga i Fluvià, que posteriorment són distribuïts pel vent de la tramuntana. La curvatura de la badia, segons aquest autor, està formada per dos arcs d'el·lipses

tangents entre si, talment que llurs centres estan sobre la direcció del vent de la tramuntana. Els eixos menors de les dues el·lipses resulten de la prolongació cap al mar dels rius Muga i Fluvià, que hi aporten els al·luvions. La força eòlica ha dibuixat aquest traç perfecte en anar escampant els materials portats pels dos cursos fluvials. Com a colofó, els eixos majors d'aquestes dues el·lipses guarden entre si la relació àuria, cànon descobert pels grecs i que va ser considerat una de les regles fonamentals per aconseguir les proporcions de totes les figures. Altres exemples d'aquesta proporció els hem trobat a la plaça de la Geometria de Borrassà i al Teatre Museu Dalí, ja que entre el pentàgon regular i la seva pentalfa inscrita també podem trobar aquest cànon de bellesa.

El cim de Sant Salvador de Verdera ens permet esbrinar la superfície visible des de la cúspide d'una muntanya, que es calcula (amb una molt bona aproximació) mitjançant la fórmula del matemàtic figuerenc Simó Bosch que consisteix a multiplicar l'alçada de la muntanya (en quilòmetres) per 40.000; és una aplicació del teorema de Pitàgores. Per tant, des de Sant Salvador es veuen 26.800 km<sup>2</sup>.

A més, a Sant Salvador també podem calcular la llunyania màxima visible des del pic de la muntanya: s'obté, (també amb una molt bona aproximació), fent l'arrel quadrada de la quantitat resultant de multiplicar l'alçada de la muntanya, expressada en quilòmetres, pel radi de la Terra (6.400 quilòmetres) i per 2, segons la fórmula obtinguda per Lluís Sabater, matemàtic garriguellenc. Així, des de Sant Salvador no podem veure Barcelona, ja que la distància visible arriba «només» fins a 92,5 km.

### Un museu matemàtic en projecte

El professorat de matemàtiques és una comunitat que, com la suma, té la propietat associativa. Així, i amb la funció que algunes persones trenquin la visió negativa que tenen a priori de les mates, un conjunt de professors va començar el 2006 a generar materials que ara formen part d'una exposició itinerant que ja ha visitat Figueres, Girona i Barcelona, i que està disponible per als municipis que la sol·licitin.



>> *La pentalfa o estrella regular està representada en aquest Patricio pintat en un mur de Girona.*

Alguns dels temes que es tracten en aquesta mostra són els miralls, les corbes i les superfícies, i hi ha un bloc dedicat als jocs, on cal una base matemàtica o de càlcul per resoldre'ls, tot això amb continguts que es poden manipular. La finalitat és que als visitants se'ls despertin la curiositat i que es facin preguntes. Per aquest motiu, és preferible que les sessions adreçades als escolars estiguin conduïdes per un monitor. El grau de satisfacció dels visitants en general és gran i s'escolten expressions com «Si jo hagués estudiat matemàtiques així...!», tot i que els organitzadors són plena-

ment conscients que, un cop despertat l'interès, cal una formalització posterior dels conceptes. En tot cas el públic creix en progressió geomètrica, metàfora matemàtica que ens serveix per explicar l'èxit de la mostra, que tracta una gran *matematicodiversitat*: corbes, efectes òptics, mosaics, estadística i azar, empaquetaments, miralls, fraccions, estratègia, perímetre, àrea i volum, políedres, topologia i transformacions geomètriques.

Tal com expliquen Helena Cusí i Quim Tarradas, de l'Institut Ramon Muntaner de Figueres, seria una fita que s'arribés a consolidar un Museu de les Matemàtiques de Catalunya, com els que ja hi ha en altres països europeus i als quals hi acut molt de públic. Aquesta iniciativa té el suport de la Federació d'Entitats d'Ensenyants de Matemàtiques de Catalunya.

**Josep Maria Dacosta**  
és biòleg i naturalista.

**Amb la funció que algunes persones trenquin la visió negativa que tenen a priori de les mates, un conjunt de professors va començar el 2006 a generar materials que ara formen part d'una exposició itinerant**

PER SABER-NE MÉS

[www.mmaca.cat](http://www.mmaca.cat)