

**TÍTOL: MIRALLS i CALIDOSCOPIS**

<b>CLASSIFICACIÓ:</b>	GP	MD DAVM	ESO	A L / G / T15	CO CP	1
-----------------------	----	------------	-----	---------------	----------	---

**DESCRIPCIÓ DEL MATERIAL:** Miralls rectangulars més o menys grans units per un dels costats amb cinta adhesiva de manera que puguin obrir-se formant angles d'edres. Plantilles amb línies i dibuixos per posar en l'espai obert entre els miralls (Fotografies 1, 2 i 3).

Grups de tres o més miralls units formant les cares d'un prisma (amb el mirall a la part interior) per situar sobre una superfície plana. Figures geomètriques de paper o de plàstic per posar en el seu interior. Es tracta de calidoscopis gegants on l'efecte de les simetries es posa molt de manifest (Fotografia 4).

Grups de tres o més miralls units formant les cares d'un tronc de piràmide amb angles d'edres de mesures ben determinades per tal de visualitzar els políedres regulars. Fotografies 5 i 6.

Grups de tres o més miralls units formant les cares d'una piràmide per posar-hi en el seu interior volums que hi encaixin i, junt amb els seus reflexos, ens permetin visualitzar cossos tridimensionals. Serà important disposar d'una bona col·lecció d'aquestes peces. Fotografies 7, 8, 9 i 10.

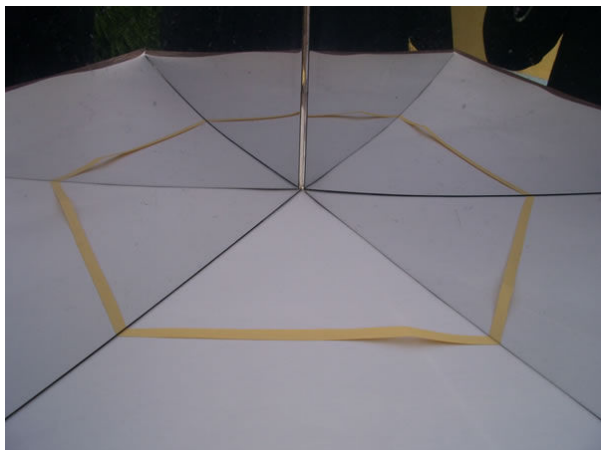
Cub amb miralls a la part interior de les cares i amb un vèrtex truncat per poder contemplar les imatges que es produeixen quan hi posem petites barretes fosforescents. Un altre dispositiu semblant a l'anterior, molt simple i vistós: un mirall penjat a la paret i un segon mirall situat enfront del primer i penjat per la part superior de manera que es pugui moure. Entre els dos miralls hi ha unes bombetes laterals i el mirall exterior té dos petits forats per mirar endins i uns agafadors per moure'l una mica. Fotografia 11.

Cilindre de paper de plata (sense cap arruga), d'alumini, d'estany o d'un altre material que permeti la reflexió d'imatges donant lloc a anamorfismes. Fotografies 12 i 13.

Existeix un material metàl·lic que fa el mateix efecte que el vidre i que té diversos avantatges: les làmines són més fines ja que no necessiten anar col·locades sobre plaques de fusta (això permet unir-les més fàcilment), no es trenca i no talla. Té dos inconvenients: que es ratlla amb molta facilitat i que és força car.

Convé disposar també d'un semicercle graduat i de figures i cossos geomètrics de colors en paper, fusta, plàstic o porespan per tal de reflectir-los.

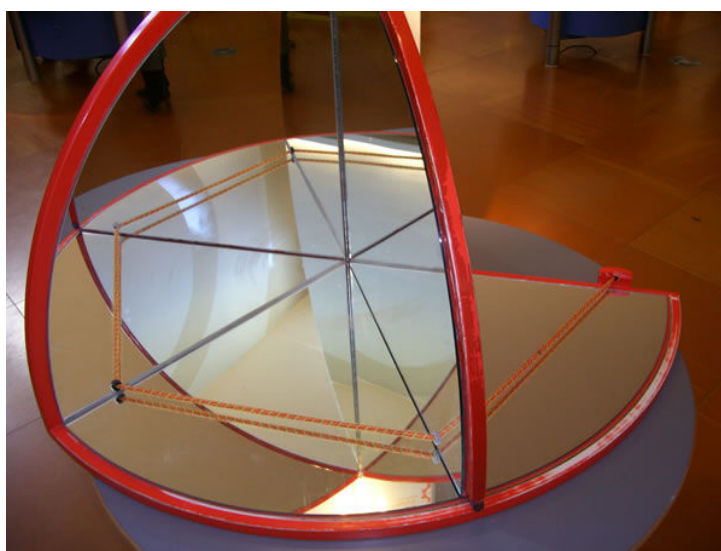
IMATGES:



Fotografia 1



Fotografia 2 (GAMAR)



Fotografia 3 (Atractor, Lisboa)



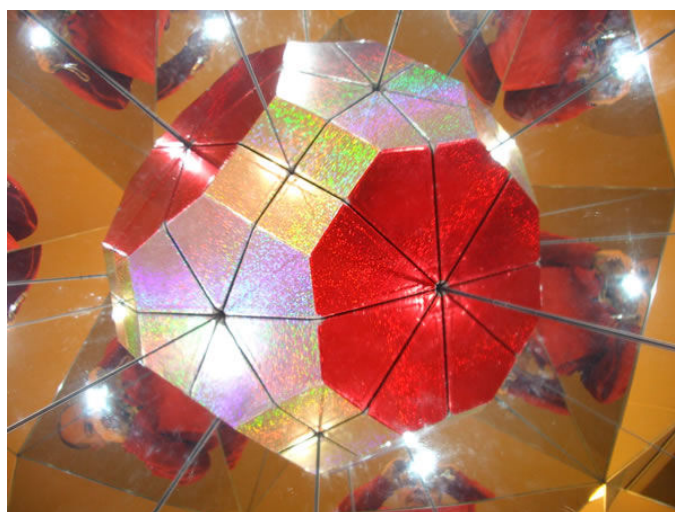
Fotografia 4



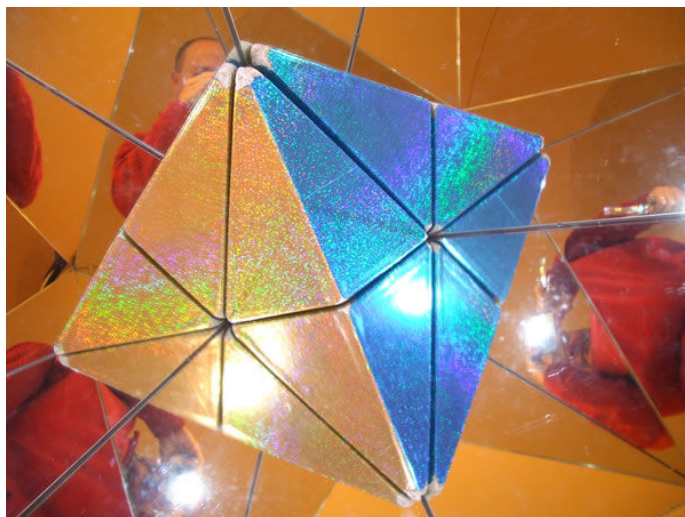
Fotografia 5 (GAMAR)



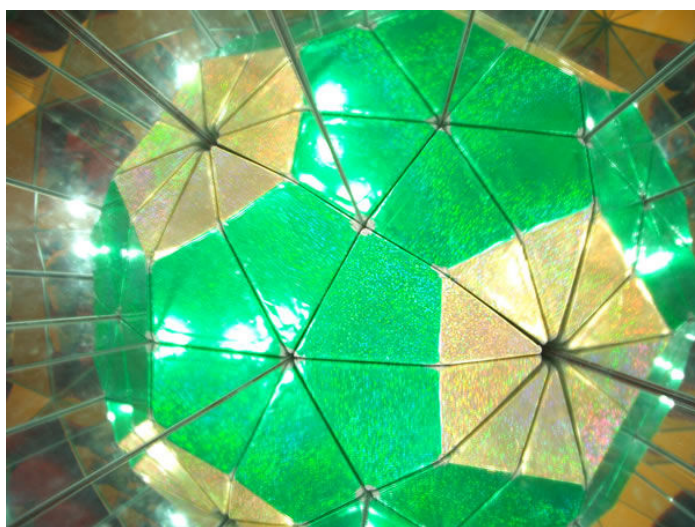
Fotografia 6



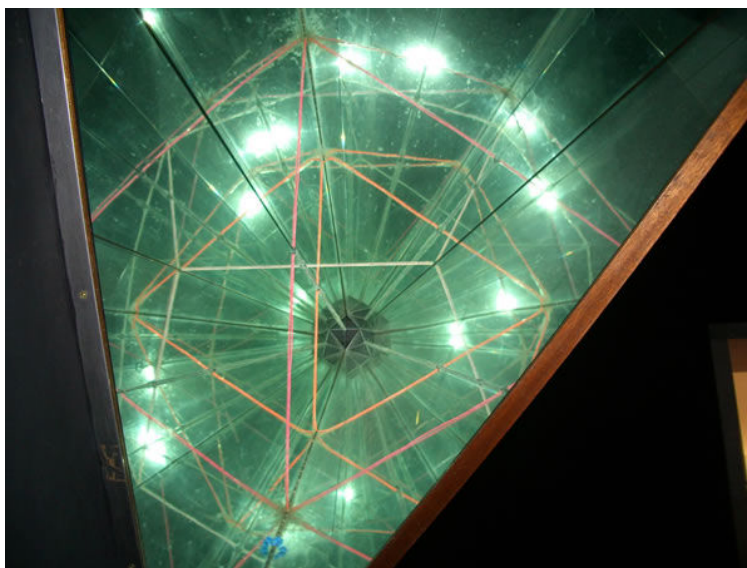
Fotografia 7 (Atractor, Lisboa)



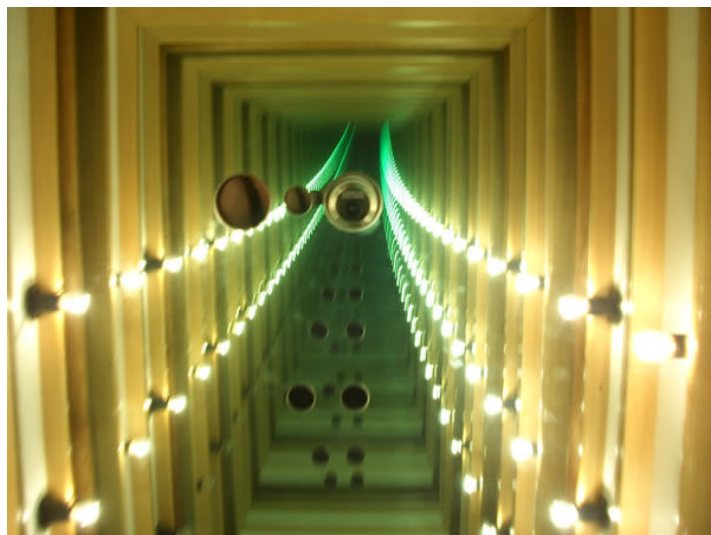
Fotografia 8 (Atractor, Lisboa)



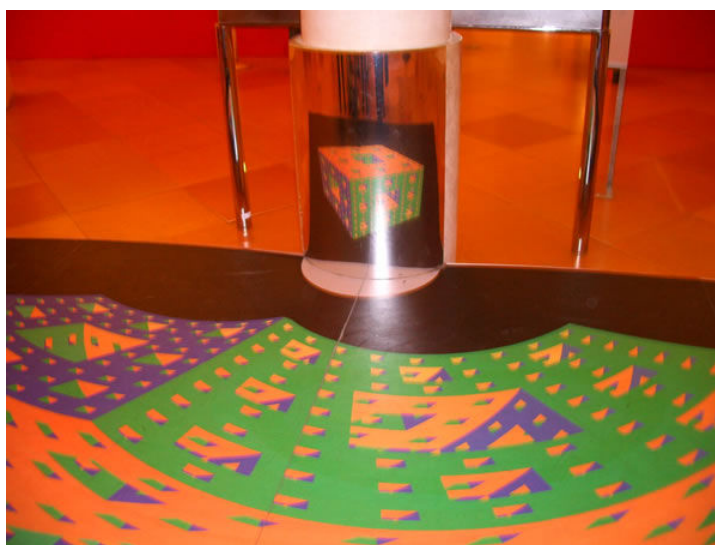
Fotografia 9 (Atractor, Lisboa)



Fotografia 10 (Atractor, Lisboa)



Fotografia 11 (Atractor, Lisboa)



Fotografia 12 (Atractor, Lisboa)



Fotografia 13 (GAMAR)

**CONTINGUTS:** Polígons regulars, angles plans, angles diedres i trïedres, simetries, mosaics, polïedres.

**PROPOSTA D'APLICACIÓ DIDÀCTICA:** Amb dos miralls units podrem formar diferents polígons regulars segons l'angle d'obertura amb què els situem (Fotografies 1 i 2). Serà interessant relacionar angles, eixos de simetria i nombre de costats. A la fotografia 3 pot veure's una solució magnífica per representar polígons regulars mitjançant els miralls i un fil tensat. Per mesurar els angles diedres convé disposar d'un semicercle graduat.

Amb tres o més miralls units formant un triangle, un quadrat o altres polígons podem produir l'efecte de calidoscopis gegants. Si els col·loquem sobre un conjunt de taules enmig de l'aula, hi posem dins algunes peces de colors i observem des del costat superior dels miralls (amb la mirada lleugerament tombada cap a l'interior però força horitzontal) contemplarem magnífics dissenys de mosaics generats per composició de simetries (Fotografia 4). Una activitat tan vistosa com difícil és donar una fotografia de la imatge que es produeix i demanar a l'alumnat que col·loqui les peces per tal d'obtenir el mateix mosaic.

Amb les estructures de miralls que es representen a la fotografia 5 podrem visualitzar els polïedres regulars. Per a cursos molt avançats o fins hi tot en el marc d'un treball de recerca de Batxillerat pot interessar estudiar els angles que han de formar els miralls per donar cada polïedre. Recomanem una lectura atenta del quadre referent a calidoscopis piramidals de la pàgina 48 del llibre *Materiales para construir la Geometría* de Claudi Alsina, Carme Burgués i Josep M. Fortuny. En la fotografia 6 es veu molt clarament la imatge d'un icosaèdre a partir d'un d'aquests troncs de piràmide. En alguns casos convé mirar aquests dispositius una mica lateralment per veure millor la imatge que es forma.

Amb tres o més miralls units formant les cares d'una piràmide podem visualitzar diversos cossos tridimensionals posant-hi peces que hi encaixin bé i que tinguin una forma determinada. Acolorint diverses cares d'aquestes peces obtindrem un efecte encara més sorprenent. A la pàgina 47 del llibre ja esmentat *Materiales para construir la Geometría* podem trobar un estudi detallat de quatre propostes amb aquests calidoscopis polièdrics. A l'exposició *Atractor* del Museu *Ciència Viva* de Lisboa es presenten algunes figures meravelloses d'aquest tipus. Les fotografies 7, 8 i 9 en són alguns exemples. Observem en aquestes imatges el volum que, en cada cas, s'ha col·locat dins de la piràmide i que genera tots els reflexos. La figura 10, també de l'esmentada exposició, mostra els cinc polïedres regulars mitjançant un joc de reflexos de barretes il·luminades molt vistós.

El cub amb miralls permet crear espais màgics col·locant en el seu interior objectes adequats i, si pot ser, fosforescents. El sistema format per dos miralls paral·lels també té uns efectes visuals molt bonics especialment si es mou una mica el mirall exterior. En la fotografia 11 podem veure'n una imatge. Dificilment no ens suggereix la idea d'infinït i de fractalitat!

Amb un cilindre que reflecteixi la imatge podrem crear anamorfismes que sempre resulten sorprenents. Contemplem les fotografies 12 i 13. Una bona

activitat és que l'alumnat produeixi plantilles que, fet l'anamorfisme, donin determinades imatges. Curiosament, en el *Museu Dalí* de Figueres, hi ha una col·lecció d'imatges anamòrfiques a les quals el pintor empordanès n'era afeccionat.

**CONNEXIONS:** Aspectes estètics. Educació visual i plàstica. Òptica en física. Tecnologia per col·laborar en les construccions. Tècnica d'escriptura especular de Leonardo da Vinci. Fractalitat.

**ALTRES COMENTARIS:** En general són recursos meravellosos que suggereixen tres tipus d'activitats: la construcció, algunes accions manipulatives i la contemplació reflexionant sobre el que es veu. Hi ha una magnífica exposició de imatges matemàtiques amb miralls que, sota el títol "*Simmetria, giochi di specchi*", ha estat produïda per la *Università degli Studi di Milano*. En una versió molt més senzilla alguns llibres de text s'acompanyen de uns petits miralls units per un costat de manera que es poden obrir formant un angle diedre. A vegades, aquest material s'anomena, "llibre de miralls". Pel que fa al tema que tractem és molt recomanable la lectura del llibre "*Simetría Dinámica*" de Claudi Alsina, Rafael Pérez y Ceferino Ruíz, especialment l'apartat 2.7 que porta per títol "*En el laboratorio: simetrías*" i dins del qual, entre altres, es tracten activitats amb miralls. Cal posar atenció en què no es trenquin els miralls i poguessin tallar-se els/les alumnes. També cal tenir precaució per assegurar-nos que les vores estiguin ben polides i no representin cap perill per a l'alumnat. Aquest fet ens ha aconsellat considerar un nivell de risc 1.