CALEIDOSCOPIO

disfare e mutare forme

IL CALEIDOSCOPIO È UN GIOCATTOLO CHE NASCE CON AMBIZIONI SCIENTIFICHE. IL SUO INVENTORE È UNO SCIENZIATO MOLTO NOTO AL SUO TEMPO CHE LO IDEÒ COME VERA E PROPRIA MACCHINA OTTICA CON LO SCOPO DI STUPIRE E CON APPLICAZIONI POSSIBILI IN CAMPO ARTISTICO. QUESTO CONGEGNO, CHE FUNZIONA GRAZIE AL POTERE RIFLETTENTE DEGLI SPECCHI E ALLA QUALITÀ DELLA LUCE, ALL'EPOCA IN CUI VENNE CREATO, FU SNOBBATO DA MOLTE PERSONE COME UNA BIZZARRA CURIOSITÀ DA SALOTTO. SEMBRÒ PRIVO DI SENSO.

IL CALEIDOSCOPIO OGGI È UN GIOCATTOLO DEI PIÙ BELLI. MANTIENE IL MISTERO DI UN MECCANISMO NASCOSTO, EPPURE AL TEMPO STESSO SI PUÒ ASSOCIARE A UNO DEGLI SVAGHI PIÙ ELEMENTARI COL QUALE L'UOMO, IN OGNI EPOCA, SI È INTRATTENUTO: STARE STESI SU UN PRATO A OSSERVARE LE NUVOLE CHE PASSANO, A INCANTARSI DI FRONTE ALLE FORME CHE MUTANO, CHE SI DISFANO E SI RICREANO CON NUOVE SEMBIANZE.

Il caleidoscopio tra scienza e gioco

Il caleidoscopio, giocattolo e strumento ottico, venne brevettato dallo scozzese **Sir David Brewster** (1781-1868). Sir Brewster fu un bambino prodigio, costruì da solo un telescopio all'età di 10 anni.
Entrò all'Università di Edimburgo, di cui poi diventò rettore, all'età di 12 anni.
Il suo campo di indagine principale fu l'**ottica** e la **fisica della luce**.
Studiò la legge di polarizzazione, di riflessione e rifrazione, la rifrazione dei cristalli, la legge della riflessione dei metalli, condusse esperimenti sull'assorbimento della luce.
Diede un importante contributo anche nel perfezionamento dello stereoscopio, invenzione di Wheatstone, utilizzando delle lenti al posto degli specchi

così da unire le due differenti immagini: lo stereoscopio lenticolare.
Scienziato di insaziabile curiosità, Brewster aveva come filosofia di ricerca quella di studiare divertendosi e di divertirsi studiando. Il caleidoscopio, dunque, nacque nel corso di esperimenti di fisica sulla riflessione speculare.
Sir Brewster unì agli studi accademici importanti scoperte di pubblica utilità, come il miglioramento del funzionamento delle lenti nei fari marittimi, e una prolifica attività di scrittore e di divulgatore scientifico.
Collaborò alle più importanti riviste scientifiche, ma dato il suo carattere eccentrico, scrisse anche un saggio divertente col titolo di *Nuovo manuale di magia naturale e divertente*. Quest'opera, del tutto in linea con la curiosità giocosa di certi scienziati dell'Ottocento, tratta sostanzialmente di macchine ludiche, ossia giocattoli. Ad esempio al capitolo "Macchine automatiche degli antichi", sono descritte le macchine automatiche di Dedalo, i piccioni di legno di Archita, il pendolo automatico di Carlo Magno, la macchina costruita da Turiano per Carlo V, il pavone meccanico di Degennes, i giocatori di scacchi automatici del barone di Kempelen e molto altro ancora.
Non deve stupire, dunque, che da uno scienziato amante di tali marchingegni venga il caleidoscopio, giocattolo e strumento ottico.

Vedere forme belle

La stravagante macchina ottica era stata ideata mentre lo scienziato conduceva esperimenti sulla polarizzazione della luce e fu brevettata nel 1817. Sir Brewster la registrò con un nome preso, pomposamente, dal greco. Caleidoscopio significa alla lettera *oggetto che permette di vedere forme belle*. Ma contrariamente al nome, lo scienziato scozzese non pensava a un utilizzo prettamente ludico, da balocco, dello strumento. Bensì, da ottimista scienziato vittoriano, inteso a proporre all'umanità scoperte utili al miglioramento della vita di tutti i giorni, registrò il caleidoscopio come "macchina capace di produrre arte in modo automatico".
Pensò cioè che le immagini prodotte dalle simmetrie specchianti potessero essere copiate e riprodotte per scopi decorativi in diversi campi industriali.

Il caleidoscopio non diventerà ciò che Brewster immaginava (e ovviamente non ebbe nemmeno un successo di tipo commerciale), cioè una macchina capace di produrre facilmente immagini artistiche. Del resto il gusto artistico della sua epoca era molto lontano da una idea del genere, che a noi ricorda di più la contemporaneità con l'arte pop.
Tuttavia, questo giocattolo, nel corso del Novecento verrà rivalutato e fatto oggetto di attenzione di pensatori come Levi-Strauss e da studiosi dell'arte come Ernst Gombrich.

La riflessione speculare

La luce permette ai nostri occhi di vedere gli oggetti e le loro forme. Solo pochi corpi, come il Sole, sono naturalmente luminosi, cioè capaci di emettere una luce propria. Ma ogni corpo ha la capacità di riflettere la luce e il risultato di tale riflessione, o rimbalzo della luce, qualunque sia la sorgente luminosa, è ciò che giunge alla nostra vista.
La capacità di un corpo di riflettere dipende dalla sua superficie. Un oggetto dotato di superficie bianca, o ancor più dorata, come si vede in molte immagini sacre presso molte culture, rifletterà maggiormente di un oggetto dalla superficie scura e opaca.
Anticamente l'uomo sperimentò la capacità di riflessione nella superficie dell'acqua e, successivamente, nei metalli. Questi erano gli antichi specchi.

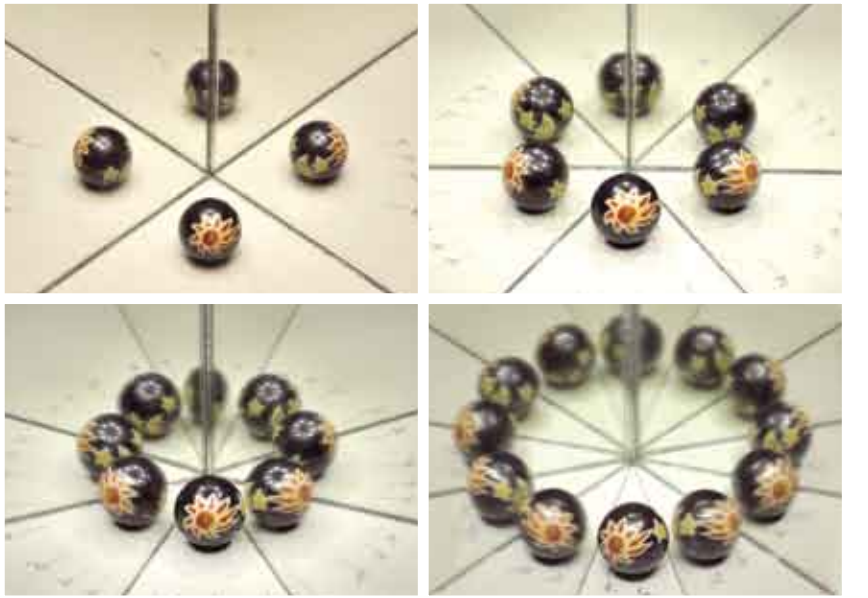
Michelangelo Merisi da Caravaggio, *Narciso*, olio su tela, Roma, Galleria Nazionale d'Arte Antica

Lo specchio in una sfera di Maurits Cornelis Escher, *"Escher in Het Paleis" Museum, Den Haag (Olanda)*

Nel moderno specchio con lamina metallica e vetro, in uso dal XIV secolo in Europa, la capacità riflettente è perfetta, tanto che la luce rimbalza sulla sua superficie esattamente nella stessa quantità in cui arriva.
In uno specchio piatto l'immagine viene replicata con le stesse dimensioni dell'oggetto riflesso. In uno specchio curvo l'immagine potrà essere più grande o più piccola, oppure capovolta, come potrete verificare guardando il vostro volto in un cucchiaio.
La legge della riflessione spiega come i raggi luminosi colpendo lo specchio rimbalzano sulla sua superficie secondo lo stesso angolo.
È un'esperienza che ognuno può fare facilmente giocando con uno specchietto contro il sole: muovendo lo specchietto la luce andrà a colpire punti diversi intorno a noi secondo la stessa inclinazione (angolo di riflessione) che diamo alla superficie riflettente colpita dai raggi solari (angolo di incidenza).

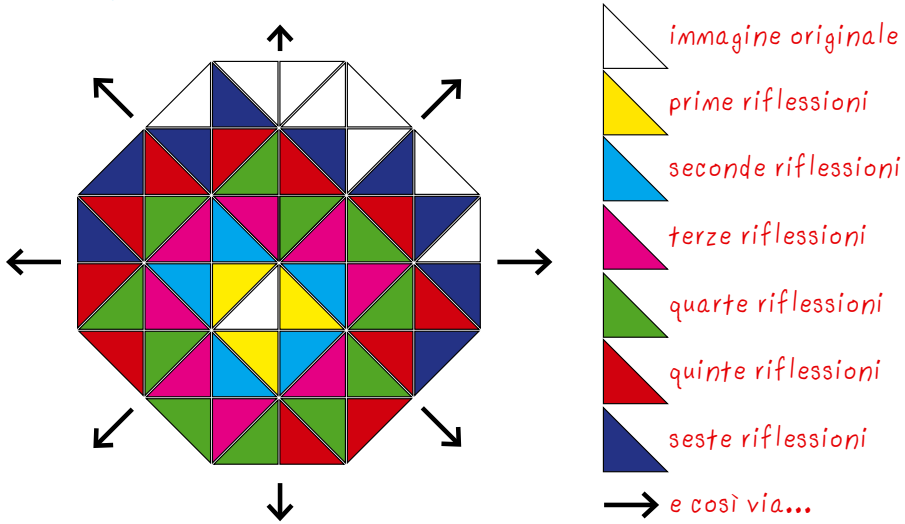
Simmetrie specchianti

Si può dire che il senso della simmetria ci circonda, se con questo termine intendiamo riferirci a qualcosa che ha a che vedere con la successione, il ritmo, di uno o più elementi che si ripetono.
Eppure dare una definizione di simmetria non è semplice. Tutte le figure che percepiamo come simmetriche hanno una caratteristica in comune: consistono nella ripetizione di un "modulo" secondo certe regole di ordine.
La simmetria in generale è qualcosa che il nostro occhio percepisce come piacevole. Piacere visivo nel caso delle immagini, ma anche uditivo, nel caso della musica con la ripetizione, ad esempio, di una frase musicale.



Un modo suggestivo di creare simmetrie si ottiene con l'utilizzo degli specchi. Se ci poniamo tra due specchi paralleli vedremo la nostra immagine replicata potenzialmente all'infinito (fino a che le ultime immagini della serie sfumano nell'oscurità). Se invece i due specchi sono incidenti, il numero delle immagini riflesse è determinato dall'angolo che essi formano.
Se poniamo un oggetto davanti a due specchi formanti un angolo di 60° vedremo 6 copie dell'oggetto. Con un angolo di 45° appariranno 8 ripetizioni. Così, unendo due specchi rettangolari uguali sul retro con del semplice nastro adesivo, in modo da poter variare, muovendoli, l'angolo formato dal loro lato di contatto, otteniamo la prima **macchina ottica** semplice, capace di fornirci immagini sorprendenti, e cioè una prima versione elementare di **caleidoscopio**.

sequenza di riflessioni



Un'altra esperienza ottica "caleidoscopica" si può ottenere con tre specchi uniti in modo da ottenere una vera e propria "camera di specchi" di forma triangolare, entro la quale si possono inserire oggetti che produrranno molte attraenti riflessioni speculari.

Per far questo però è necessario rispettare alcune regole geometriche, facendo in modo che gli specchi nelle loro incidenza formino angoli di 60-60-60 gradi (triangolo equilatero). Oppure 45-45-90 (triangolo rettangolo isoscele). O ancora 30-60-90 (metà triangolo equilatero).

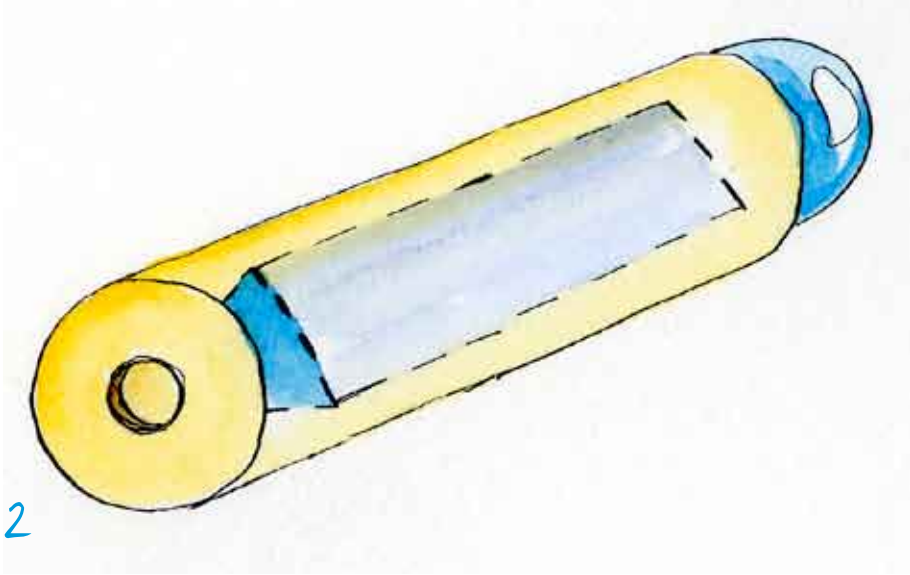
Il caleidoscopio tridimensionale

Un'altra versione di caleidoscopio è quella tridimensionale.
Si ottiene sempre con quattro specchi, ma uniti in modo da formare una speciale forma a piramide senza base. Per realizzarlo (secondo il modello qui sotto riportato) è consigliabile utilizzare una plastica adesiva metallizzata, cioè specchiante.
Questo caleidoscopio, a forma di cestino formato da quattro pareti, entro cui si posizioneranno gli oggetti da vedere riflessi, permette la creazione ottica di diversi poliedri.

Sir Brewster progettò 4 tipi di caleidoscopio.

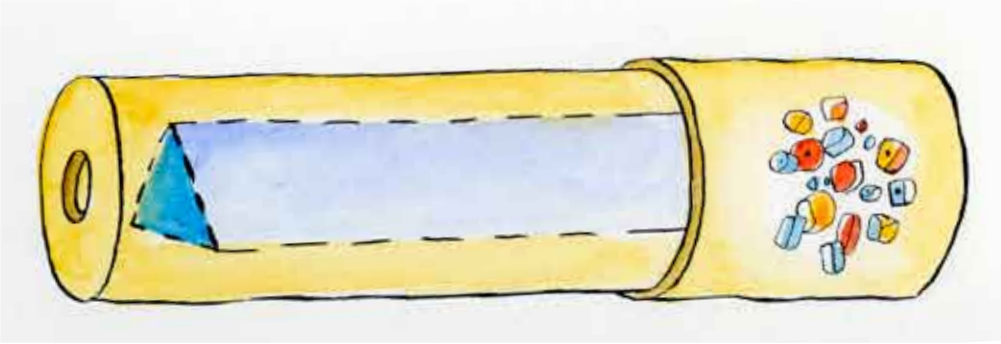
1. Il teleidoscopio

In questo caleidoscopio non esiste una camera contenente oggetti colorati, ma solo una grande lente capace di trasformare qualunque oggetto contro cui viene puntata in una fantasmagoria caleidoscopica.
Brewster considerava questa macchina ottica, chiamata ***teleidoscope***, la forma più "pura" di caleidoscopio, perché il piacere dell'osservatore sta soprattutto nella totale libertà di scegliere gli oggetti da visionare.
Con il ***teleidoscope*** il mondo intero diventa gioco caleidoscopico e quindi la ricerca di visione artistica, come la intendeva il fisico di Edimburgo, era davvero infinita e applicabile a ogni forma a portata di mano anche nell'esperienza quotidiana.



2. Il celloscopio

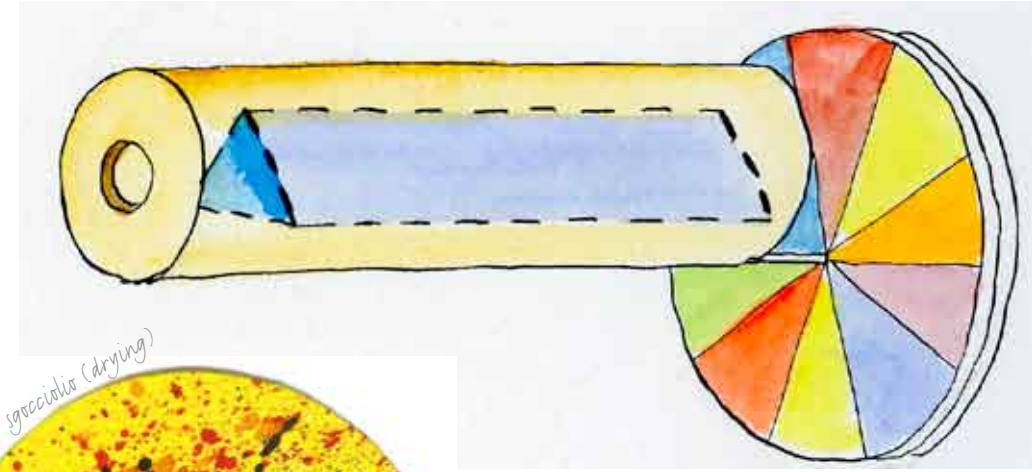
Come si vede dalla forma, questo modello corrisponde alla maggior parte dei caleidoscopi che oggi si trovano, a un presso modico, in commercio. Un tubo entro i quali sono racchiusi tre specchi. La parte finale di questa "macchina" è costituita da una camera contenente piccoli oggetti colorati.
La cella può contenere pezzetti solidi (che si muovono per caduta ruotando il caleidoscopio), schegge colorate e brillanti di forme diverse, oppure a volte, piccoli oggetti immersi in acqua.
Le camere possono essere di tipo diverso, così come gli oggetti che servono a produrre la varietà nella riflessione speculare.
La cosiddetta "bacchetta magica", è forse il tipo più prodotto nel mondo: un tubo perpendicolare alla camera di specchi, contenente una soluzione liquida con piccoli pezzetti di cristallo e polvere brillante, il quale, rovesciato come una clessidra, fa scorrere davanti all'occhio dell'osservatore una polvere di stelle iridescente.

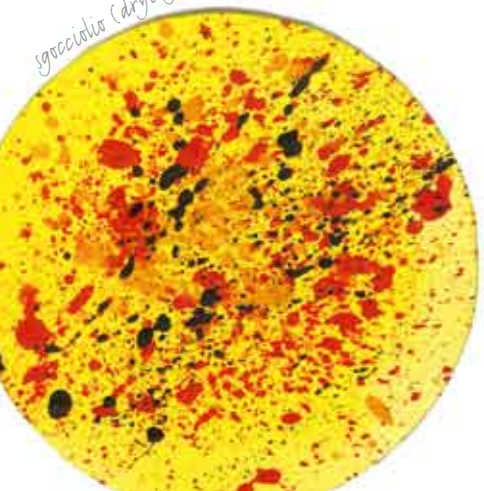


decollage o strappo

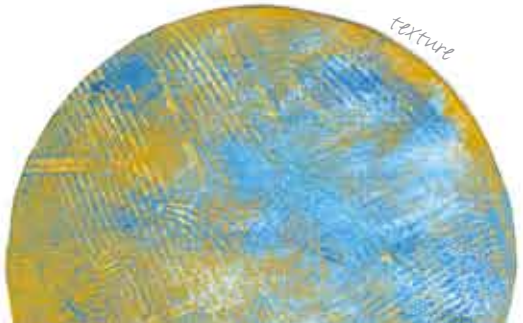
3. Il ruotascopio

Uno, due, o più dischi possono comporre la parte finale di questo caleidoscopio. I dischi possono essere fissi o intercambiabili. In questo secondo caso il caleidoscopio offre possibili visioni praticamente illimitate, con il variare delle immagini che si possono produrre sui dischi.
Specialmente in un laboratorio di tipo artistico per ragazzi, abbiamo visto come questa soluzione sia particolarmente adatta a favorire momenti di creatività, piccole composizioni pittoriche a collage che la camera ottica del caleidoscopio poi riproduce in incredibili variazioni artistiche.





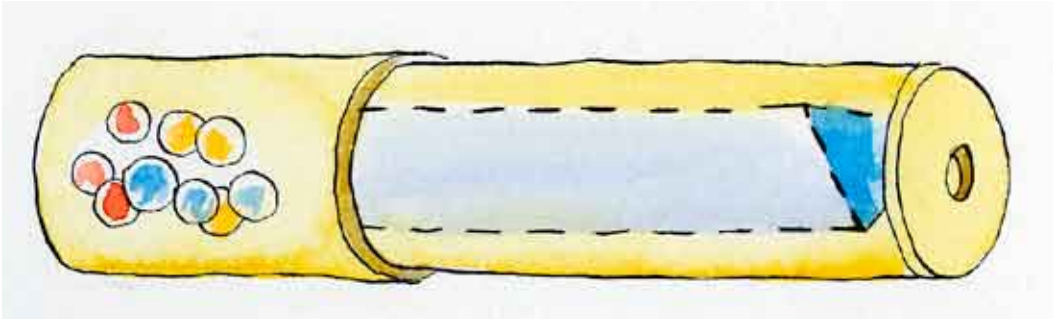
sgocciolio (drying)



texture

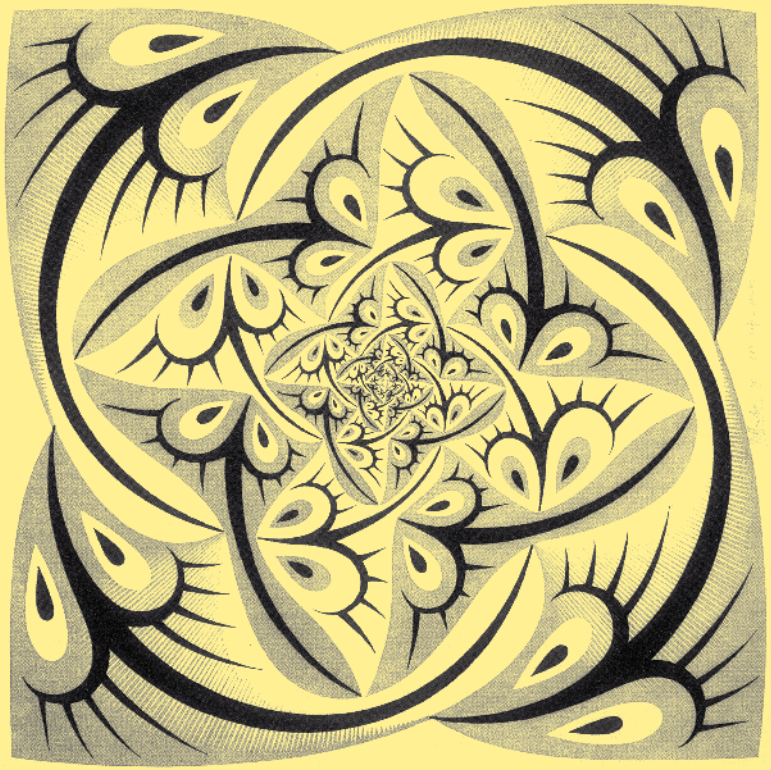
4. Il biglioscopio

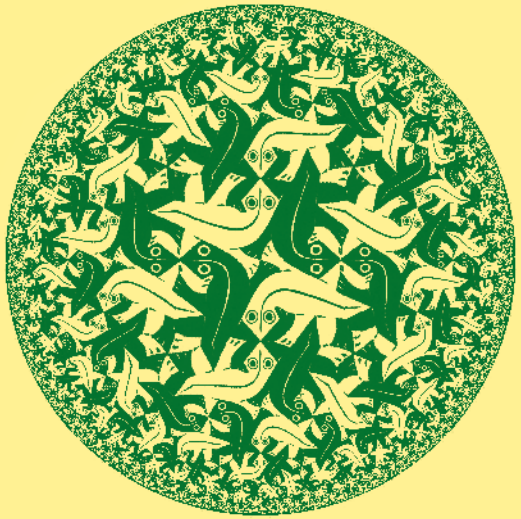
In questa versione le biglie sono usate come oggetti da "moltiplicare" con la riflessione degli specchi. Il primo "biglioscopio" fu prodotto inserendo un' unica grande biglia in una camera composta da tre specchi.
Ma in breve tempo il modello risultò un po' ripetitivo e cadde in disuso.
Questo tipo di caleidoscopio è ritornato in produzione con l'utilizzo di più biglie e diversi sistemi di specchi. Curioso come unisca due giochi diversi, quello degli specchi che creano le simmetrie tipiche del caleidoscopio con il mondo, già di per sé coloratissimo e cangiante, delle biglie.



Gli oggetti impossibili di Maurits C. Escher

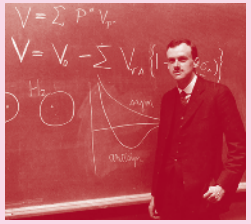
Maurits Cornelis Escher (1898-1972) occupa un ruolo speciale nella storia dell'arte contemporanea per la sua produzione di opere che usano dapprima inconsciamente poi volutamente motivi matematici.
Così Escher spiega questa sua scelta artistica:
"Affrontando gli enigmi che ci circondano, e considerando e analizzando le mie osservazioni, sono finito nel dominio della matematica. Benché mi manchino completamente educazione e conoscenza scientifiche, spesso mi sembra di avere più in comune con i matematici che con i miei colleghi artisti".



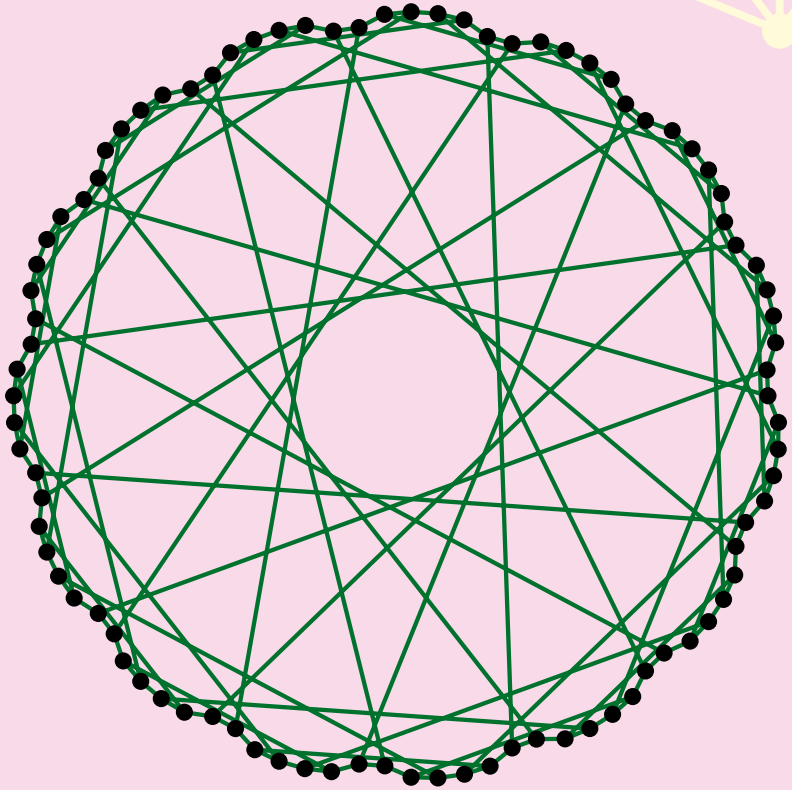


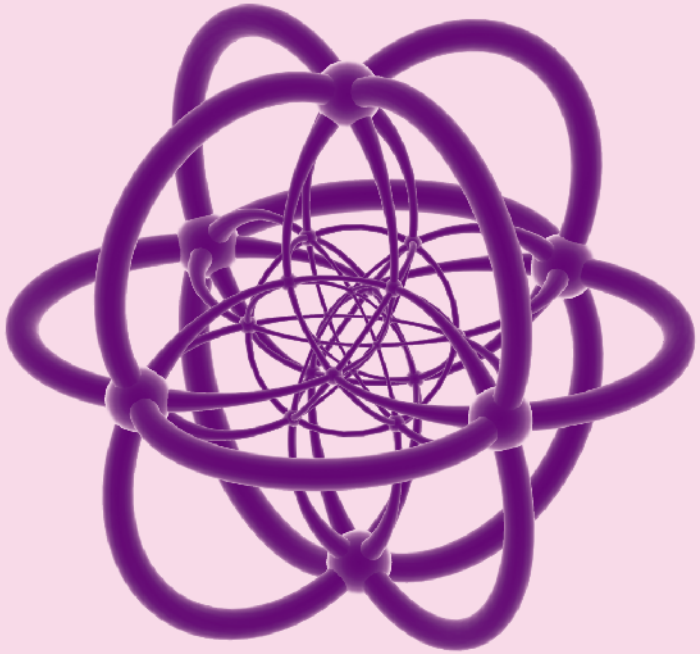
Pesci, ranocchi, granchi, lucertole, farfalle, draghi e leoni: sono 40 le "specie" inventate da Escher, usate come tasselli, per ricoprire il piano e realizzare disegni periodici, secondo le regole delle trasformazioni geometriche, con rotazioni, riflessioni, traslazioni e simmetrie proprie anche del caleidoscopio. Il nostro artista confessa che a scuola non era molto bravo in matematica...

Le infinite dimensioni di Harold S. Coxeter



Harold Scott MacDonald Coxeter, uno dei più noti matematici e amante dei giochi del XX secolo, scomparso quasi centenario nel 2003, ha utilizzato il caleidoscopio, con le sue simmetrie specchianti, come uno dei punti di partenza dei suoi studi.
Nel 1933, riuscì a classificare i caleidoscopi a più dimensioni (larghezza, altezza, profondità), iniziando così il suo percorso verso la geometria oltre la terza dimensione. Ha dato inoltre un grande contributo alla teoria dei **politopi**, oggetti complessi di n-dimensioni, che non esistono nel mondo reale, ma che possono essere descritti matematicamente.

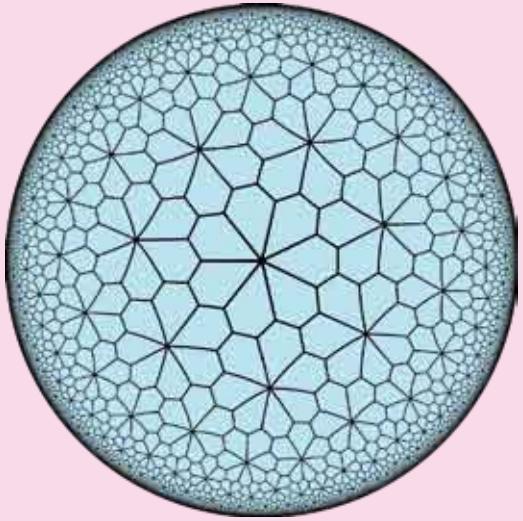




Molti dei lavori più famosi del pittore Escher riflettono proprio le idee sui politopi di Coxeter, e la serie di incisioni *Circle Limit* trae ispirazione dai suoi studi sugli spazi a più dimensioni.
Coxeter e Escher rimasero amici fino alla scomparsa dell'artista nel 1972. Nel 1996 Coxeter pubblicò un'analisi del *Circle Limit III* di Escher in cui dimostrava la precisione matematica dell'opera.

"Escher ha raggiunto il suo risultato per istinto, mentre io ci sono arrivato attraverso la trigonometria. Ma il suo lavoro è assolutamente preciso, al millimetro. Sfortunatamente non è vissuto tanto a lungo da poter vedere la mia esposizione matematica".

Harold S. Coxeter



Giocare con le simmetrie

Lo **specchio**, oggetto magico, si presta già di per sé, semplicemente, a diventare gioco. Ad esempio si può giocare con le simmetrie, cominciando a indagare la simmetria nelle foglie naturali.
Prendiamo ad esempio una foglia e sistemiamo uno specchietto perpendicolare lungo la verticale della sua nervatura.
A guardare bene ci accorgeremo che la simmetria prodotta dallo specchio (*simmetria speculare*), è diversa da quella naturale delle due metà della foglia (*simmetria naturale*).

Lo stesso esperimento lo possiamo fare con il nostro volto, riflesso nello specchio a metà, prima una e poi l'altra. Anche provando con un ritratto o una fotografia ci si accorge che la simmetria troppo perfetta proposta dallo specchio, risulta – come dire? – "sbagliata".

Frida Kahlo, *Autoritratto* (1940), olio su tela, "Harry Ransom Humanities Research Center" di Austin (USA)

Il burattino nello specchio

Un gioco forse dimenticato. Ponendosi di fianco a un armadio con specchio, il giocatore finge di essere un burattino saltellante.
La metà del corpo riflessa nello specchio formerà una figura intera che sembrerà sospesa da terra come sollevata da fili invisibili.
Un piccolo gioco di illusione. Una magia da camera… d'altri tempi.

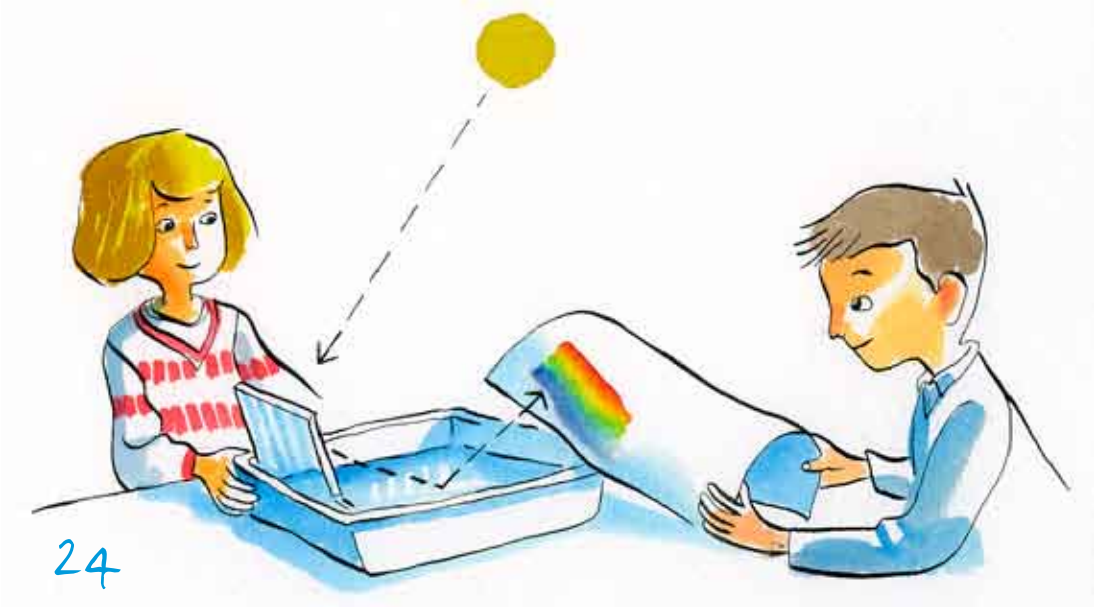
Lettere a testa in giù

Se guardate alle specchio alcune lettere si leggono normalmente, altre appaiono rovesciate. Con questo sistema è possibile utilizzare un alfabeto segreto per scrivere messaggi criptati. Basterà poi uno specchietto per decifrarli.

I colori della luce

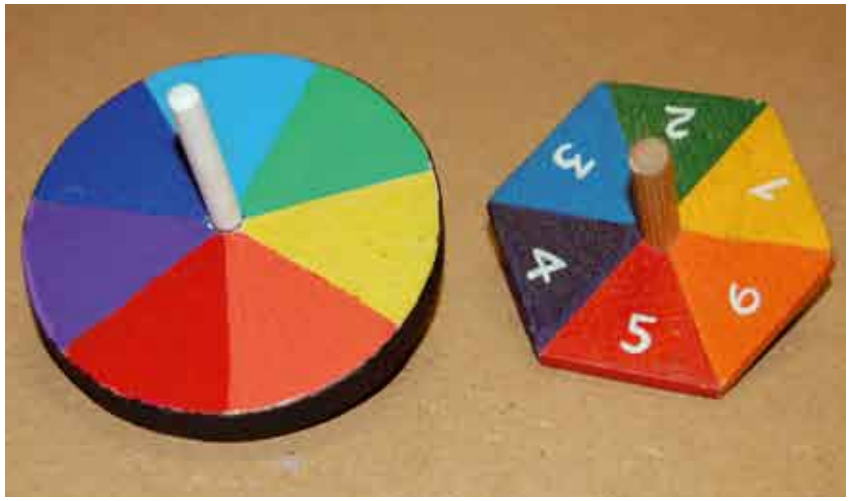
La luce ha molti colori, proviamo a scoprirli.
Ci occorrono poche semplici cose: una bacinella, uno specchio, un foglio di cartoncino bianco e dell'acqua.

In una giornata di sole, poniamo lo specchio nella bacinella, dove precedentemente abbiamo versato pochi centimetri di acqua. Di fronte allo specchio poniamo il nostro cartoncino bianco, a mo' di schermo.
Cerchiamo di catturare i raggi del sole con lo specchio, e farli riflettere sul nostro schermo. All'improvviso vedremo apparire i colori che la luce nasconde nei suoi raggi: tra le nostre mani avremo un piccolo arcobaleno.



Il grande scienziato **Isaac Newton** fu il primo a scoprire che la luce bianca è composta da tutti i colori dell'arcobaleno, che egli inizialmente individuò solo nel numero di cinque: rosso, giallo, verde, blu e violetto. Successivamente aggiunse anche l'arancione e l'indaco. Sette: "Proprio come le note della scala musicale", pensò. È vero.

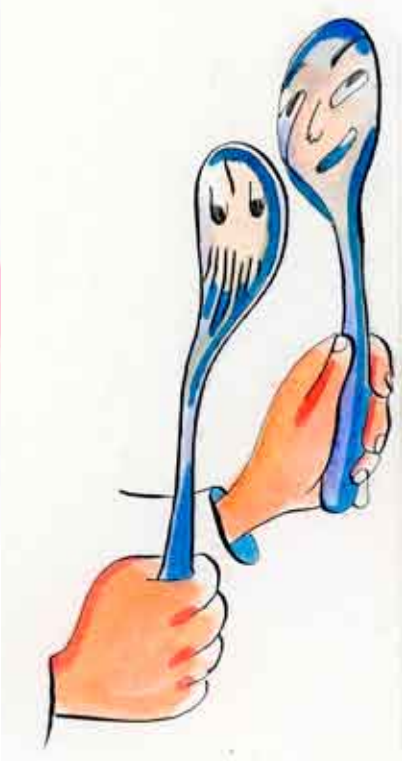
Provate a ripetere l'esperimento di vedere i colori della luce.
Prendete un vecchio CD musicale e posizionate la parte argentata (quella che suona) verso il sole o un'altra fonte luminosa.
Eccoli i 7 colori! Come le 7 note musicali contenute nel disco!



Se impugniamo il perno e facciamo girare un frullino, più veloce sarà la rotazione e meno nitidi saranno i colori, fino all'apparire di un unico colore: il bianco!

Lo specchio in tavola

Al ristorante, mentre si aspettano le portate, si possono fare diversi giochi. Se due forchette appese a un tappo di sughero formano un bilanciere capace di mantenersi in equilibrio, potete stupire i commensali con il cucchiaio trasformato in… specchio deformante.



Lucidatelo con il tovagliolo e fate specchiare le persone sulla sua superficie. Nella parte esterna (*superficie convessa*) le immagini risulteranno allungate o allargate a seconda di come si gira il cucchiaio, verticalmente o orizzontalmente.
Nella parte interna invece, l'immagine di chi si specchia risulterà capovolta. Insomma, uno specchio deformante portatile, anzi, da tavola.

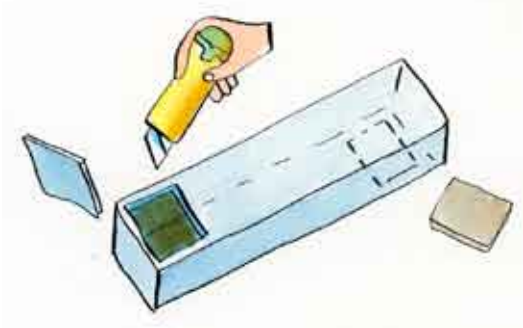
Il periscopio di spaghetti

materiali

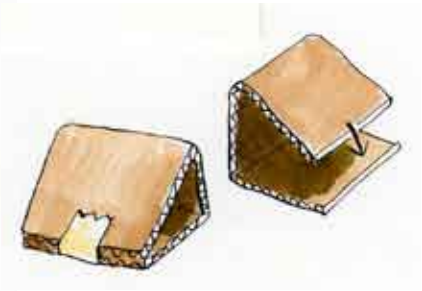
scatola di spaghetti di cartone

2 specchietti

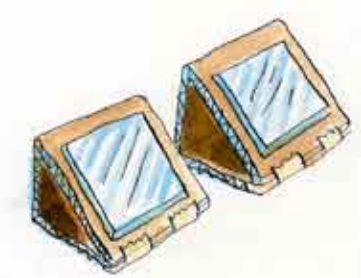
cutter,
nastro adesivo
e colla



TAGLIAMO CON UN CUTTER UNA FINESTRA. CAPOVOLGIAMO E RIPETIAMO L'OPERAZIONE DAL LATO OPPOSTO.



PIEGHIAMO 2 PEZZI DI CARTONE A FORMA DI TRIANGOLO RETTANGOLO (UN ANGOLO DEVE ESSERE CIOÈ DI 90°) DA INSERIRE NELLA FINESTRA.



INCOLLIAMO GLI SPECCHI SULLE FACCE INCLINATE DI CIASCUN TRIANGOLO DI CARTONE.

INCOLLIAMO LE BASI TRIANGOLARI ALL'INTERNO DEI FORI DELLA SCATOLA. GLI SPECCHI VANNO RIVOLTI VERSO L'ESTERNO.

Il caleidoscopio a scuola

Come parlare del caleidoscopio a scuola, e perché?
Partiamo da un singolare paradosso: il caleidoscopio è un oggetto raffinato ed elegante eppure è capace di farci pensare alla sorte degli oggetti più umili con i quali ci troviamo a combattere tutti i giorni, i rifiuti.
Già, anche i rifiuti infatti ci offrono, a modo loro, una idea di forme in cambiamento, sottoposte a un processo che porta a una trasformazione, il più delle volte, si spera, virtuosa e priva di effetti nocivi per la nostra vita.
In classe si può cominciare a parlare di questo. **Come si trasformano i rifiuti e grazie a quali nostre azioni?**
Come si potranno trasformare altri oggetti semplici, raccolti e assemblati da noi, sotto la lente magica di un caleidoscopio? Un esito ludico-artistico a cui Sir David Brewster non poteva pensare: piccoli oggetti scartati dalla società dei consumi riutilizzati e trasformati in preziose composizioni dal suo caleidoscopio.

Si comincia con una definizione. Nel *Dizionario Moderno* di Alfredo Panzini (1918) si trova, alla voce *caleidoscopio*:

> Neologismo formato con voci tolte dal greco e significa "vista di belle immagini": è una specie di cannocchiale che presenta una quantità infinitamente variabile di figure ornamentali, simmetriche, formate per effetto di riflessione ottica.

Questa definizione fornisce la traccia su cui si possono impostare le attività del laboratorio:

> **LE FORME E IL LORO MUTARE**

> **LA SIMMETRIA**

> **GLI SPECCHI** (elementi sulla loro fisica e sul fascino che da sempre hanno esercitato sull'immaginario dell'uomo).

Alcuni suggerimenti per un **percorso didattico**:

1. Specchio specchio delle mie brame...
   Gioco di presentazione e conoscenza
2. Il Tangram: le forme che mutano
   Gioco con il Tangram
3. Specchio Quiz
   Gioco a squadre
4. La costruzione del caleidoscopio
   La bellezza e il riciclo dei materiali

Percorso didattico

1. Specchio specchio delle mie brame

Donna con uno specchio di Frederick Carl Frieseke, 1911, olio su tela – *Metropolitan Museum New York*

Un gioco di presentazione per rompere il ghiaccio. Si comincia con una attività di conoscenza:

Che rapporto ho con lo specchio?
Come mi vedo io e come mi vedono gli altri?

Ognuno prova poi a rispondere a tre domande:

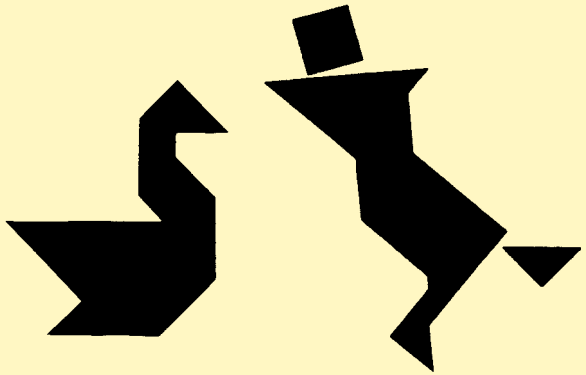
SE FOSSI UN CARTONE ANIMATO QUALE SAREI?

SE FOSSI UN ANIMALE CHE ANIMALE SAREI?

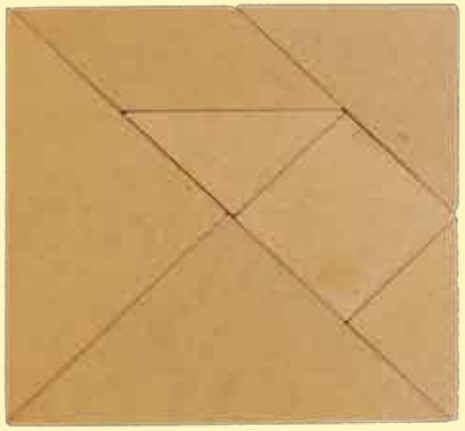
SE FOSSI UNA CITTÀ, CHE CITTÀ SAREI?

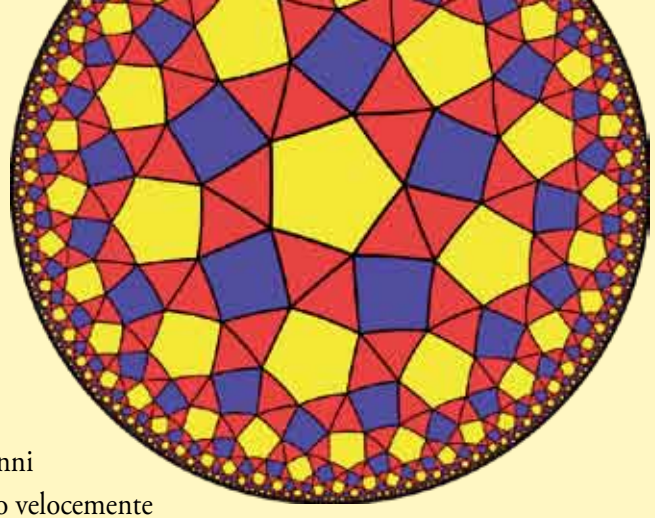
Un modo simpatico per presentarsi, o per ripresentarsi ai compagni di classe che pensano di conoscerci.

2. Il Tangram



Dopo avere raccontato l'origine e la storia particolare del caleidoscopio, si può passare a una attività più ludica proponendo un gioco, il **Tangram**, che presenta più di una affinità con il caleidoscopio.
È un gioco artistico che propone al giocatore la creazione di immagini attraverso una libera associazione di moduli che, disposti in modi diversi, creano figure sempre mutevoli.
Questo gioco è nato in Cina e si è diffuso in tutto il mondo.
Scopo del giocatore è di combinare le sette forme in modo da creare figure umane, animali e oggetti. La regola è di usare tutti i pezzi.
L'affinità con il caleidoscopio è data dalla grande possibilità di produrre forme, con i 7 pezzi del Tangram se ne possono creare più di 1600.



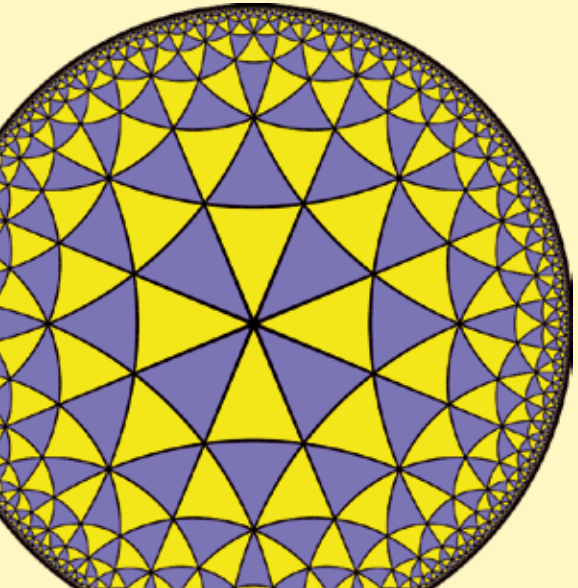


3. Specchio Quiz

Apprendere divertendosi.
Un gioco a squadre. Gli alunni dovranno mettersi d'accordo velocemente e fornire le risposte esatte a una serie di domande di argomento scientifico e culturale. Ma attenzione ai trabocchetti...

1) Come si comporta la luce quando incontra uno specchio?
- A) Rimbalza
- B) Si infiltra

2) Come possiamo definire la Luna?
- A) Un grande schermo riflettente
- B) Un pianeta



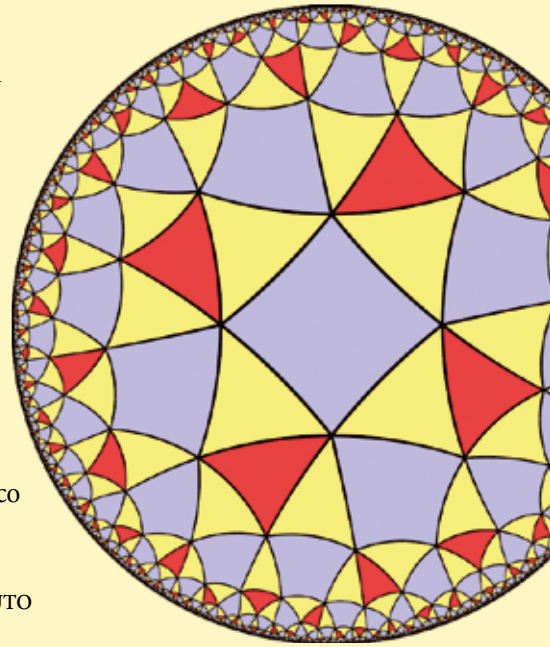
3) Cos'è un catarifrangente?
- A) Una macchina ottica
- B) Un dispositivo di sicurezza

4) Chi pronunciò la frase: "Gli specchi dovrebbero riflettere un momento, prima di riflettere le immagini"?
- A) Alessandro Manzoni
- B) Jean Cocteau

ATTIVITÀ

5) In quale luogo si possono trovare specchi deformanti?
- A) Al Luna Park
- B) Dall'estetista

6) Sir David Brewster, inventore del Caleidoscopio, era...
- A) Inglese
- B) Scozzese

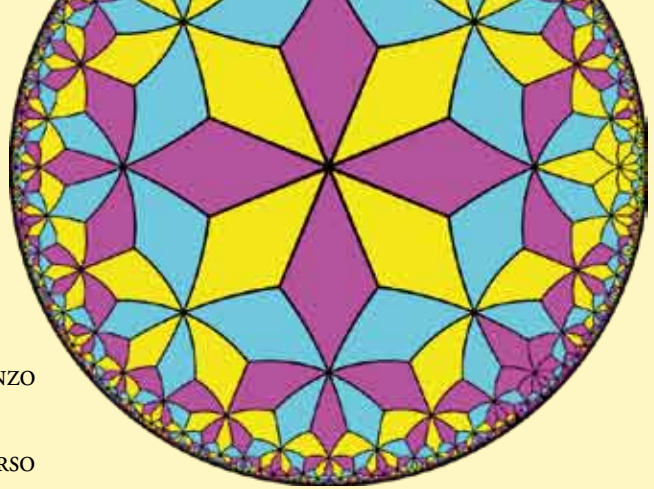


7) Lo scrittore Italo Calvino in un suo romanzo racconta di una città costruita in riva a un lago in cui tutto appare capovolto.
Come si intitola il romanzo?
- A) Le città invisibili
- B) Le città invivibili

8) L'alta capacità riflettente di uno specchio è data da...
- A) Uno speciale rivestimento metallico
- B) Dalla pulizia del vetro

9) Lo specchietto retrovisore di auto e motorini, è...
- A) concavo
- B) convesso

10) Come si chiama quello strumento in dotazione ai sottomarini che sfrutta gli specchi?
- A) Telescopio
- B) Periscopio



11) Chi ha pronunciato la famosa frase: "Un romanzo è come uno specchio che lo scrittore porta attraverso una via affollata"?

A Stendhal
B Dante Alighieri

12) Sir David Brewster, inventore del caleidoscopio, era un grande appassionato di:

A Francobolli
B Giocattoli meccanici

13) Nella favola *La Bella e la Bestia*, lo specchio si trova in coppia con un altro oggetto. Quale?

A Un pettine d'oro
B Una rosa

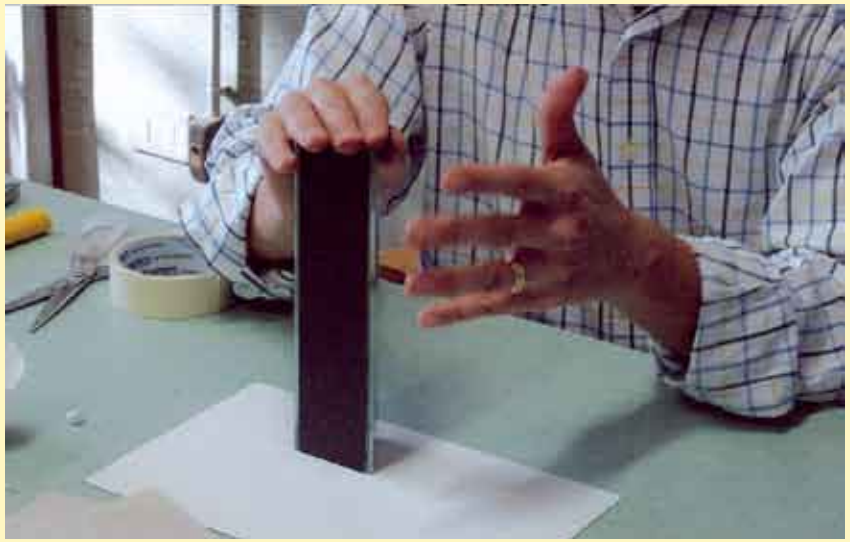
14) Esistono potenti telescopi a specchio. Come si chiamano?

A Newtoniani
B Criptoniani

15) Definizione: "Un insieme volante di piccoli specchietti fatti d'acqua, di forma sempre cangiante". Cos'è?

A Il fuoco d'artificio
B La nuvola

soluzioni al quiz
1) A • 2) A • 3) B • 4) B • 5) A
6) B • 7) A • 8) A • 9) B • 10) B
11) A • 12) B • 13) B • 14) A • 15) B



4. La costruzione del caleidoscopio

La costruzione del caleidoscopio, come si vede dalla tavola illustrata che segue, è più facile di quello che si potrebbe pensare.
Il materiale più difficile da reperire sono sicuramente gli **specchi**. Ora, è importante fare attenzione a un dettaglio: quando ci si rivolge al vetraio per il taglio è bene chiedere che gli specchi vengano **molati**, cioè limati nei bordi taglienti. Per il resto la costruzione, nella messa in verticale dei tre specchi, fissati con il nastro adesivo, richiede solo un po' di pazienza. La parte finale permette di sbizzarrirsi con i materiali, magari facendo attenzione al riutilizzo di materie povere. Si tratta, per il **modello "classico"**, di trovare pezzetti di plastica da inserire nella cella all'estremità del tubo. Qui si possono sfruttare perline, frammenti di plastica, anelli ricavati da cannucce da bibita, ecc. In quello **"a dischi rotanti"** la scelta è ancora maggiore. I dischi si possono decorare a collage e decollage ritagliando vecchie riviste; con tappini, pupazzetti, bottoni, fili colorati, e tutto ciò che luccica.
La parte finale del laboratorio scolastico, o casalingo, dedicato alla creazione dei dischi rotanti può trasformarsi in un vero atelier artistico, e ci si può divertire con tecniche diverse, a pennello o sgocciolatura. Quindi, all'opera!

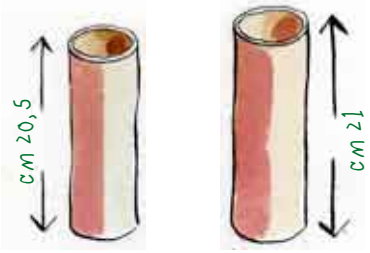
Il caleidoscopio classico

materiali

1 disco in plexiglass
con diametro di 5 cm
e spessore di 0,2 cm

1 disco in plexiglass
con diametro di 5,5 cm
e spessore di 0,2 cm

2 tubi per le lenti



diametro di 5 cm

diametro di 5,5 cm

1 disco oculare
con foro di legno
o cartone
con diametro di 5,5 cm

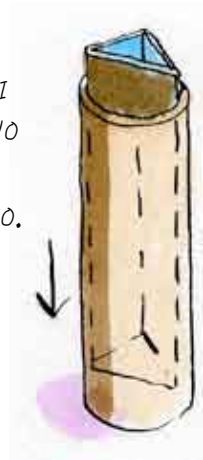
3 specchi
larghi 3,8 cm
lunghi 20 cm
di spessore 0,3 cm

pezzi di plastica
colorata, conchiglie
spezzate, bottoni,
perline...

montaggio

FACCIAMO UN TUBO
A SEZIONE TRIANGOLARE
PER BLOCCARE
I 3 SPECCHI
CON NASTRO
ADESIVO.

INFILIAMO
GLI SPECCHI
ALL'INTERNO
DEL TUBO
PIÙ STRETTO.



POI INFILIAMO IL TUBO STRETTO
CON GLI SPECCHI ALL'INTERNO
DEL TUBO PIÙ LARGO.

INSERIAMO NELLA CELLA
TUTTI I FRAMMENTI COLORATI.

INCOLLIAMO
IL DISCO OCULARE
DALLA PARTE
OPPOSTA.

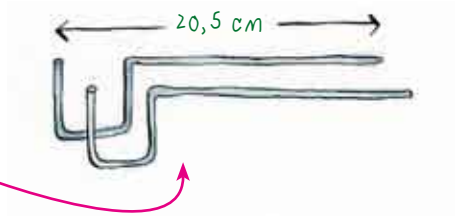
NELLA PARTE ALTA INSERIAMO IL DISCO
DI PLEXIGLASS PICCOLO, IN MODO
CHE SI APPOGGI AGLI SPECCHI E RIMANGA
BLOCCATO (EVENTUALMENTE
UTILIZZIAMO ANCHE UN PÒ DI COLLA).

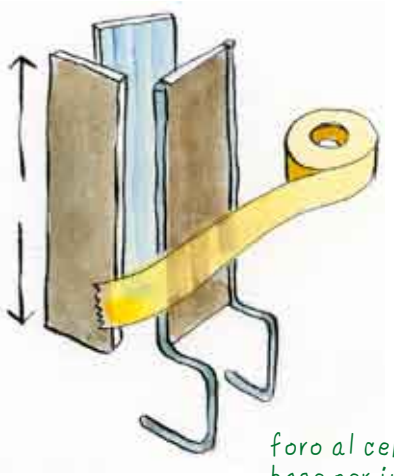
CHIUDIAMO LA CELLA,
INCOLLANDO BENE IL DISCO
DI PLEXIGLASS GRANDE.

Il caleidoscopio a dischi rotanti

PROCURIAMOCI DA UN VETRAIO 3 SPECCHIETTI DA 20 X 5 CM

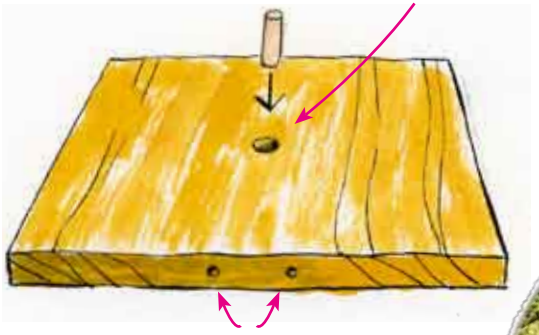
POI MODELLIAMO 2 PEZZI DI FIL DI FERRO IN QUESTO MODO





CON I 3 SPECCHIETTI FACCIAMO UN TUBO DI SEZIONE TRIANGOLARE. LA PARTE RIFLETTENTE DEVE RESTARE INTERNA. UNIAMO AL TUTTO ANCHE LE 2 FORME DI FIL DI FERRO. CI AIUTIAMO CON IL NASTRO ADESIVO.

PROCURIAMOCI UNA BASE DI LEGNO DA 30 X 30 CM SU CUI MONTEREMO POI IL DISCO ROTANTE E GLI SPECCHIETTI COME FOSSE UNA SPECIE DI VECCHIO GIRADISCHI.



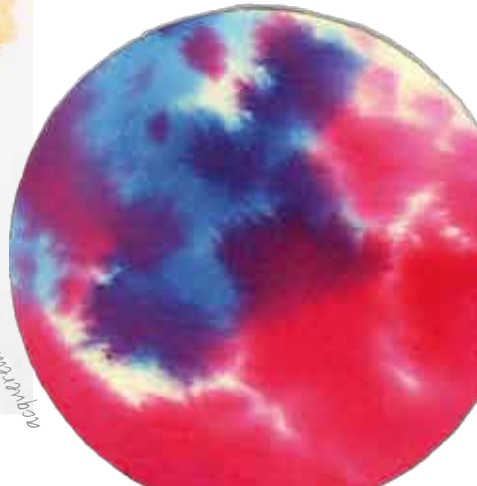
collage polimaterico

collage di elementi naturali

RITGLIAMO UN DISCO DI CARTONE CON UN DIAMETRO DI 32 CM E FORIAMOLO AL CENTRO. CON IL PENNELLO E LE TEMPERE, OPPURE CON I PENNARELLI, DIVERTIAMOCI A DECORARE LA PARTE SUPERIORE DEL DISCO. OPPURE USIAMO IL COLLAGE, USANDO DIVERSE FORME E COLORI.

MONTIAMO IL TUTTO IN QUESTO MODO. GUARDANDO DENTRO IL TUBO FACCIAMO GIRARE VELOCEMENTE IL DISCO CON LA MANO.

SCOPRIREMO FANTASTICI EFFETTI OTTICI!

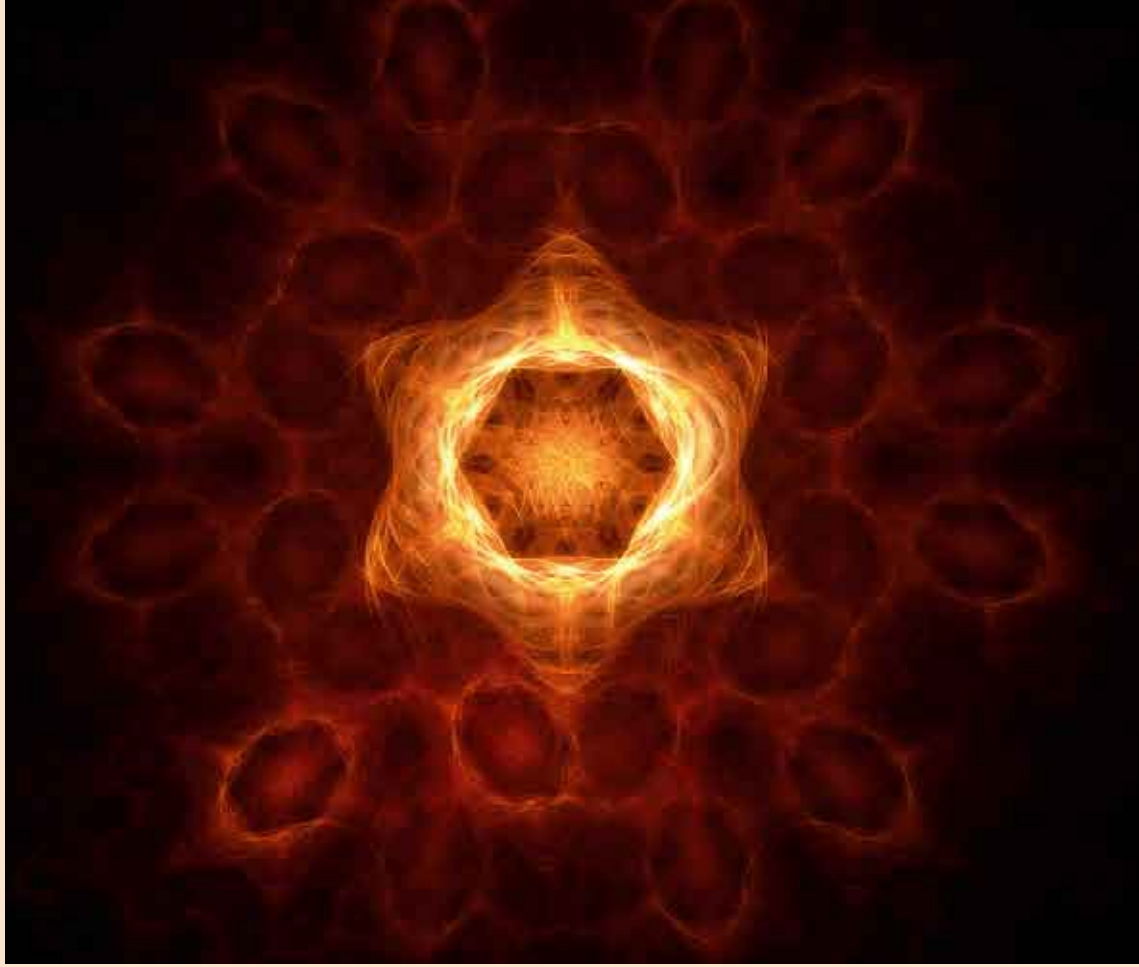

acquerello

Curiosità artistiche

MISTERIOSO SPECCHIO

Albrecht Dürer nacque a Norimberga nel 1471, il suo primo grande **autoritratto** (Vienna, Albertina) è un disegno del 1484.
Più tardi l'autore annoterà in un angolo del foglio: "Ho fatto questo ritratto di me stesso davanti a uno specchio nel 1484 quando ero ancora un fanciullo". Nel ritratto la mano sinistra è levata e l'indice punta verso l'immagine, per noi invisibile, dello specchio.
"Ma è una mano esitante – ha fatto notare un critico – il braccio non si tende e la mano è appoggiata al polso dell'altro braccio, come se dovesse sostenersi in quell'incerto indicare verso la superficie metallica. Cosa ha visto Durer nello specchio?"

Albrecht Dürer,
Autoritratto (1498),
Museo del Prado, Madrid



MAGICO TUBO

"Io mi aspettava che dovendo parlare di nuove macchine avreste almeno descritto il Caleidoscopio e il Velocipede. Oibò, nemmeno una parola.
Eppure tenendosi quel **magico tubo** tra le mani, un uomo di spirito passa il suo tempo a meraviglia, e vi vede per entro tutto ciò che si possa mai desiderare. Il volto di una bella donna, una corona di alloro, il nastro di una decorazione, e che so io."
Scriveva Pietro Corsieri su *Il Conciliatore* nel 1818. Il caleidoscopio era appena stato inventato e la sua fama aveva già girato l'Europa. E dovette destare parecchia curiosità per essere paragonato, come oggetto-giocattolo, alla bicicletta.

CALEIDOSCOPIO URBANO

Anche in fatto di caleidoscopi qualcuno ha pensato a fare le cose in grande, si chiama **Marco Hemmerling**.
Questo artista ha creato il ***Cityscope***, un caleidoscopio gigante che, posto in una piazza di Colonia, in Germania, riflette gli edifici circostanti e ciò che passa nei suoi paraggi, moltiplicandone le forme. Qualcosa che propone una "percezione frammentata degli spazi urbani". Insomma, qualcosa di inutile come l'antico strumento di Sir David Brewster, eppure piacevole alla vista.

LO SPECCHIO NELLE FAVOLE

Lo specchio ha suscitato la fantasia di molti grandi scrittori. Per fare solo qualche nome: E.T.A. Hoffman, Italo Calvino, Oscar Wilde.
Spesso le storie in cui si ritrova questo oggetto sono **di tipo fantastico**, anche inquietante e soprannaturale, come se lo specchio, riproducendo l'aspetto superficiale e più noto della nostra persona, rimandasse comunque a qualcosa di segreto e misterioso. Per questo lo ritroviamo spesso nelle favole.

Sapresti indicarne almeno tre in cui figura lo specchio?

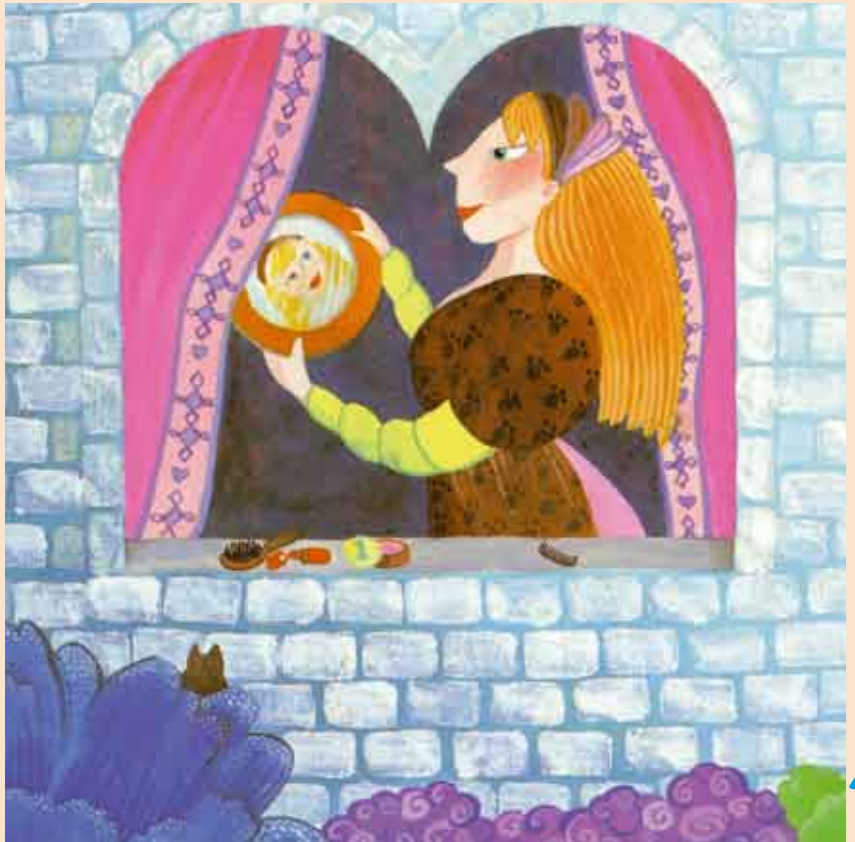
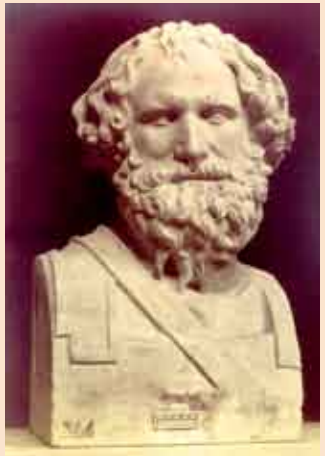


illustrazione di Sophie Fatus © Fatatrac

ALICE ATTRAVERSO LO SPECCHIO

«Sei capace a fare le somme?» chiese la Regina Bianca. «Quanto fa uno più uno più uno più uno più uno più uno più uno più uno più uno?»
«Non so» rispose Alice. «Ho perso il conto».
Nel libro *Attraverso lo specchio*, seguito di *Alice nel Paese delle Meraviglie*, si svolge questo dialogo tra Alice e la Regina. Sembra quasi che la sovrana metta la bambina davanti a una fila di specchi, e le chieda di tenere il conto della sua immagine speculare ripetuta all'infinito. Al che, Alice risponde a modo suo tagliando corto, dicendo che ha perso il conto. In effetti, come disse un poeta, gli **specchi dovrebbero riflettere** un attimo, prima di riflettere le immagini, e prima di fare domande impertinenti.

LO SPECCHIO DI ARCHIMEDE



Correva l'anno 212 a.C. quando la flotta romana pose sotto assedio Siracusa, sicura che la città avrebbe ceduto facilmente date le sue deboli fortificazioni. Ma viveva in quel tempo a Siracusa un uomo il cui genio da solo poteva contrastare un'armata nemica: Archimede. Della sua invenzione difensiva, lo **specchio ustorio**, narrano Polibio, Tito Livio e Plutarco. Con questo particolare specchio parabolico Archimede riuscì a deviare i raggi del sole verso le navi della flotta romana, riducendole in cenere.
Di questa invenzione di Archimede oggi si tende a dubitare, e a collocarla piuttosto nella leggenda. L'antico uso bellico degli specchi ustori è poco credibile innanzitutto perché è difficile ottenere, tramite specchi, temperature sufficientemente elevate (il legno ha una temperatura di autoignizione superiore ai 300 °C). Inoltre sembra difficile poter costruire uno specchio parabolico con un fuoco così distante quanto dovevano essere le navi dalle mura di Siracusa.
Archimede riuscì realmente a bruciare navi romane, ma perfezionando armi da getto in grado di lanciare sostanze incendiarie.
Ma poiché si dedicò a studi sulla riflessione della luce, è probabile che le due cose, l'incendio delle navi a Siracusa e gli studi sugli specchi, si siano sovrapposti nella memoria di quegli scrittori che, molti anni dopo, riferirono di Archimede e del suo genio.

SPECCHIO PORTAFORTUNA DELLA CASA

Ritratto dei coniugi Arnolfini di Jan van Eyck, *National Gallery di Londra*

Lo specchio convesso, appeso alle pareti domestiche delle abitazioni nord europee, è documentato dalle opere di vari pittori tra le quali spicca il capolavoro di **Jan Van Eyck**, *I coniugi Arnolfini* del 1434.

Lo specchio convesso, porzione della più nota sfera magica, venne fin dai tempi antichi considerato il portafortuna della casa che a guisa di occhio proteggeva i suoi abitanti. Venne detto anche "specchio dei banchieri".

La sua capacità di specchiare un angolo visuale di gran lunga maggiore di uno specchio normale, infatti, lo rendeva particolarmente utile per controllare lo spazio non direttamente visibile a banchieri, cambiavalute, orefici. Con tale strumento, come si vede nel dipinto di **Petrus Christus**, *Un orafo nella sua bottega* del 1449, l'artigiano poteva vedere in anticipo chi si avvicinava alla sua bottega e capirne le intenzioni.

Un orafo nella sua bottega di Petrus Christus, *Metropolitan Museum of Art di New York*

LO SPECCHIO DEI DELFINI

È solo l'uomo a riconoscere se stesso allo specchio? Pare di no.

Da prove condotte dagli etologi (studiosi del comportamento animale) già da tempo è noto come alcuni animali siano in grado di riconoscere la propria immagine riflessa sulla superficie di uno specchio. Si tratta di scimpanzé, bonobo (scimpanzé pigmei) e gorilla.

Queste specie, si può dire che "sappiano" che ciò che vedono allo specchio non è un altro animale, ma l'immagine di se stessi. Secondo i ricercatori questo è uno dei più chiari segni di autoconsapevolezza.

A questa cerchia ristretta si è aggiunto da poco tempo il **tursiope** (*Tursiops truncatus*), una specie di delfino diffusa in tutto il mondo e presente spesso negli acquari, dove si lascia addomesticare per compiere esercizi e giochi.

Nel corso di alcuni complessi esperimenti effettuati presso l'acquario di New York, due delfini sono stati macchiati sul corpo. Successivamente, si è notato come gli animali siano rimasti davanti a uno specchio molto più a lungo del solito, orientandosi nell'acquario grazie all'osservazione delle macchie sul loro corpo. Secondo i ricercatori, quei delfini erano consapevoli di guardare nello specchio la propria immagine, proprio come scimpanzè, gorilla... e noi, che tutte le mattine, prima di uscire di casa, ci soffermiamo davanti alla lastra lucida e riflettente, come per trovare l'orientamento prima di cominciare la giornata.

indice

IL CALEIDOSCOPIO TRA SCIENZA E GIOCO 2
VEDERE FORME BELLE 4

LA RIFLESSIONE SPECULARE 6
SIMMETRIE SPECULANTI 8

IL CALEIDOSCOPIO TRIDIMENSIONALE 11
Il teleidoscopio / Il celloscopio / Il ruotascopio / Il biglioscopio

GLI OGGETTI IMPOSSIBILI DI MAURITS C. ESCHER 16

LE INFINITE DIMENSIONI DI HAROLD S. COXETER 18

GIOCARE CON LE SIMMETRIE 20

IL BURATTINO NELLO SPECCHIO 22

LETTERE A TESTA IN GIÙ 23

I COLORI DELLA LUCE 24

LO SPECCHIO IN TAVOLA 26
IL PERISCOPIO DI SPAGHETTI 27

IL CALEIDOSCOPIO A SCUOLA 28
PERCORSO DIDATTICO 30
Specchio specchio delle mie brame / Il Tangram / Specchio Quiz /
La costruzione del caleidoscopio

IL CALEIDOSCOPIO CLASSICO 36
IL CALEIDOSCOPIO A DISCHI ROTANTI 38

CURIOSITÀ ARTISTICHE 40