

## El bagul dels llibres. 4. Miralls: vidre i metall

Santiago Alvarez\*

Departament de Química Inorgànica, Universitat de Barcelona

*Spieglein, Spieglein an der Wand,  
wer ist die Schönste im ganzen Land?*

*[Mirallet de la paret, mirallet, pel teu encís:  
quí és la més bella de tot el país?]<sup>1</sup>*

*Blancaneu* (GERMANS GRIMM)

**Q**uina relació hi ha entre els miralls i la química? Jo en veig tres. *Primera*, la història dels miralls està íntimament lligada al desenvolupament del coneixement de dues famílies de materials reflectants, els vidres i els metalls, i de les corresponents tècniques de fabricació. *Segona*, un aspecte important de la química és l'existència de parelles de molècules quirals, cadascuna de les quals és la imatge de l'altra en un mirall. *Tercera*, els miralls han jugat un paper gens negligible en els espectrofotòmetres i en totes les tècniques de caracterització que fan ús d'algun tipus de radiació. Malgrat tot, els miralls juguen papers tan diversos i interessants a la nostra cultura i històricament, que em temo que avui parlaré poc de química.

Els primers miralls dels quals tenim coneixement (Turquia, 6200 aC) estaven fets d'obsidiana polida (un vidre natural de la família dels aluminosilicats), mentre que a Egipte (4300 aC) se'n feien de selenita, mica i pissarra. Els primers miralls metàl·lics de què tenim notícia, de coure, són de l'Iran, cap a 4000 aC, i hi ha miralls de bronze a diverses cultures antigues, com ara a Micenes cap al 1500 aC. A les cultures precolombines hi havia miralls de pirita, hematita, magnetita, antracita, mica, obsidiana i pissarra.<sup>2</sup> Els miralls de vidre tal com els coneixem avui tenen els seus antecessors en aquells que feien els romans, els exemplars més antics dels quals daten, com a molt, del segle III aC.

Aquests miralls romans, sempre molt petits (de fins a 5 cm de diàmetre), eren recoberts pel darrere amb una capa de plom o estany. Aparentment s'abocava plom fos dins recipients de vidre bufat, dels quals es retirava a continuació, i deixava una làmina prima adherida a les parets. El fons d'aquest recipient es tallava, i es convertia el seu exterior en un mirall circular i convex. La mida dels miralls, per tant, era limitada per la mida dels recipients de vidre bufat que es podien produir. Plini el Vell

explica a la seva *Història natural* que els miralls de vidre bufat es van inventar a Sidó el segle primer de la nostra era, així com el mite del descobriment accidental de la fabricació del vidre pels fenicis en fer una foganya sobre la sorra, fent servir trossos de sosa en comptes de pedres per posar-hi la cassola.

Posteriorment es van substituir el plom i l'estany per una amalgama d'estany (per exemple, en els miralls que emprava Newton), amb els problemes de salut per als treballadors derivats de l'ús de mercuri. Les tècniques per a fer miralls al segle XVI es poden trobar descrites en el llibre de Leonardo Fioravanti (figura 1) *El mirall de la ciència universal*.<sup>3</sup> Aquest llibre és un recull dels coneixements de l'època, que recorda la *Histò-*



FIGURA 1. Leonardo Fioravanti, autor de *Dello Specchio di Scienza Universale* (1572). Reproduït amb autorització de la Biblioteca de la Universitat de Barcelona.

\* L'autor agraeix els suggeriments de D. Alvarez, J. Granell, M. Seco i A. Echavarren.

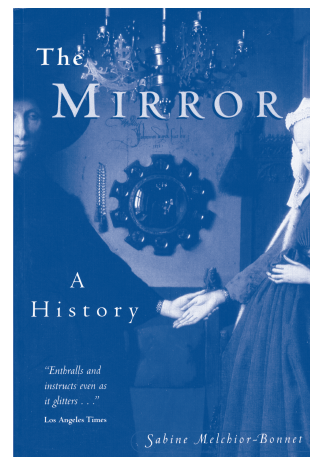
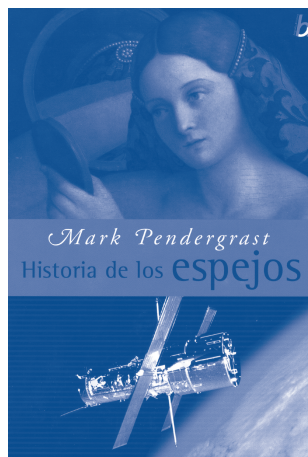
*ria natural* de Plini, posada al dia i molt més modesta. Tot i que el mirall del seu títol és metafòric, dedica unes pàgines a descriure les propietats dels miralls i les maneres de fer-los. En resum, diu: «Si che di vetro, o di metallo son fatte tutte le sorti di specchi» [tots els tipus de miralls són fets, ja sigui de vidre, ja sigui de metall], si bé mostra preferència pels miralls fets a Murano, dits *de cristallo*: «li piu belli che mai siano stati fatti; dipoi che il mondo è mondo» [els més bells que s'han fet des que el món és món].

Donada la importància de la indústria del vidre, no és gens estrany que Venècia fos l'escenari de lleis i controls tendents a impedir la disseminació de llurs secrets a altres ciutats europees. Tot i això, aquests secrets van viatjar a França gràcies a les intrigues i tàctiques d'espionatge industrial promogudes per Jean Baptiste Colbert, ministre d'Hisenda de Lluís XIV. Aquest va aconseguir burlar l'estricta legislació de Venècia i reclutar mirallers de Murano que van aportar la nova tecnologia, cosa que donà lloc al capdavant a la creació de la Manufacture Royale des Glaces de France, que acabaria convertint-se en Saint-Gobain. Possiblement aquest període constitueix per a un químic la part més interessant de les històries dels miralls publicades recentment per Melchior-Bonnet<sup>4</sup> i Pendergrast.<sup>2</sup>

La composició del vidre va ser un factor limitador en el desenvolupament dels miralls. El vidre era opac a causa del contingut de ferro de la sorra que s'emprava, i aconseguir vidre transparent va ser el gran èxit dels artesans de Murano cap a finals del segle xv, el famós *cristallo*, que s'obtenia amb proporcions adequades de sílice, sosa, potassa, calcària, cendres de falguera i manganès.\* Els vidres actuals, per exemple, els de les finestres, tot i que ens semblen transparents, encara contenen petites impureses de ferro que fan que, vistos de costat, siguin de color verd fosc. La presència de traces de sals metàl·liques, així com de grups hidroxil a la sílice, representen un problema quan hom vol fer fibres òptiques per a transmetre senyals lluminosos a llarga distància. Per això, al segle xx va caldre fer una evolució quimicotecnològica per tal de reduir les impureses a nivells encara molt més baixos, cosa que

\* Joan Amades, al seu *Costumari català*, recull aquest vers amb què els vidriers invocaven santa Clara perquè els ajudés a obtenir un vidre transparent:

*Santa Clara  
Feis bona la fornada  
Y el vidre transparent  
Com l'aigua i com el vent.*



s'aconsegueix mitjançant tècniques de deposició de vapor, que fan reaccionar tetraclorur de silici amb aigua o amb oxigen,<sup>5</sup> per a formar la sílice vítria.

Pel que fa al recobrimet metàl·lic dels miralls, l'estany va ser substituït per argent, seguint el descobriment de Justus von Liebig (1835), en què aquest metall es diposita formant una làmina molt fina per reducció d'una solució de nitrat de plata. Aquesta reacció química és la mateixa que coneixem per a la identificació d'aldehids mitjançant el reactiu de Tollens (una solució amoniacal de nitrat de plata), que és reduït per aquests compostos (però no per les cetones) i deixa un mirall de plata metàl·lica a les parets d'un tub d'assaig. Avui, però, els miralls es fan per deposició d'una làmina d'alumini o de plata a la superfície d'un vidre mitjançant bombardeig amb metall fos en una cambra de buit.

Un problema històric interessant és el de la fabricació de vidres plans. La utilització de vidre bufat per a fer miralls limitava de forma important la seva grandària, alhora que la seva forma convexa distorsionava la imatge. La tecnologia del vidre bufat tampoc permetia emprar-lo en finestres. Penseu que fins a principis del segle XVIII s'emprava paper parafinat a les finestres i, encara al 1781, a l'*Encyclopédie* de Diderot un dels oficis descrits és el dels *chassissiers*, els professionals que feien aquesta feina. Inicialment es feren miralls relativament petits aplanant els vidres bufats abans de perdre la seva mal·leabilitat. Posteriorment s'introduí el mètode *corona*, consistent en fer girar un pegot de vidre a l'interior d'un forn, de manera que formava un disc, del qual es tallava la part més exterior (mètode que pot ser a l'origen del mite que els vidres d'algunes catedrals són més gruixuts a la base a causa de la



FIGURA 2. Taller de fabricació de miralls descrit a l'*Encyclopédie* de Diderot i D'Alembert, en el qual es veuen obrers en les tasques de desengreixar un full d'estany (a), abocar mercuri (vif-argent) sobre un full d'estany (b), col·locar un vidre sobre el full d'estany (c) o posar miralls sobre escorredors (d i g). Es veu també a la part inferior esquerra (h) una tremuja per a separar el mercuri d'altres residus.

fluidesa del vidre). Una altra tècnica consistia a fer vidres bufats cilíndrics que eren tallats transversalment i aplanats per reescalfament sobre una superfície plana,<sup>6</sup> que ja a començaments del segle xv permetia fer làmines de vidre d'aproximadament un metre de costat a Alemanya, França i Itàlia. Va ser Bernard Perrot, cap al 1680, qui va desenvolupar la tècnica de colat del vidre fos sobre una superfície plana, que va permetre fer miralls més grans dels que s'aconseguien amb els mètodes emprats fins aleshores. Aquest procés de fabricació és el que es recull a l'*Encyclopédie* (figura 2).

És interessant resseguir l'evolució de la tecnologia dels vidres i els miralls a través de les obres d'art, com fa Borel,<sup>7</sup> de les quals recollim una petita mostra a la taula 1. Així, sembla que fins a principis del segle xvi tots els miralls que apareixen en obres d'art són convexos. Tan sols els petits miralls de mà són plans, possiblement metàl·lics. A partir del segle xvii, en canvi, són molt comuns els miralls plans, i entremig coexisteixen obres amb miralls plans amb d'altres amb miralls convexos.

Aquesta cronologia ens mostra l'existència de miralls plans de dimensions modestes a Europa abans del desenvolupament de la tècnica del colat de Perrot, contràriament al que diu Penzgrast. En qualsevol cas, és clar que durant aquells temps

els miralls eren un objecte molt rar i preuat. Penseu que la fusió de la sílice per a la fabricació de vidre es feia en gresols d'uns 300 kg de capacitat que tenien una vida mitjana de tan sols set o vuit mesos. Abans d'emplenar aquests gresols, dos-cents treballadors havien de preparar la sorra amb operacions de rentat, assecat, polvoritzat amb un molí mogut per cavalls, filtratge i assecat. Un cop fos, seguien operacions d'emmotllat, aplanat, recuit, polit i platejat, fases de les quals no sempre la làmina de vidre sortia sencera. Com a resultat, encara el 1734, el preu d'un metre quadrat de mirall equivalia al sou d'un any d'un treballador qualificat de Sant Gobain. El Saló dels Miralls de Versalles, presentat al públic el 1682, s'ha d'entendre dins aquest context com una demostració de potència tecnològica (la capacitat de fabricar miralls de grans mides) i econòmica alhora. Quan veiem obres dels segles xix i xx amb grans miralls de paret, no gens inusuals entre els modernistes (Ingres, Bonnard, Monet), i que s'es-

tén fins a exemples molt més recents, com ara la *Nena davant mirall*, de Norman Rockwell, passant per Santiago Rusiñol, les podem interpretar com a testimonis històrics de l'evolució de la tecnologia del vidre que arrenca des de Murano.

TAULA 1. Miralls presents en obres d'art dels segles xv al xvii.

Pintor	Obra	Data	Mirall	Mida**
Jan van Eyck	<i>El matrimoni Arnolfini</i>	1434	convex	20
Hans Memling	<i>Vanitat</i>	1500	convex	
Jheronimus Bosch	<i>Els pecats capitals</i>	ca. 1500	convex	20
Quentin Metsys	<i>El canvista i la seva dona</i>	1514	convex	10
Ticià	<i>Noia davant un mirall*</i>	ca. 1515	convex	30
Ticià	<i>Die Eitelkeit der Welt</i>	ca. 1515	pla	40
Tintoretto	<i>Susanna al bany</i>	1530	pla	50
Ticià	<i>Venus amb un mirall</i>	ca. 1555	pla	50
Peter Paulus Rubens	<i>Venus al mirall</i>	ca. 1600	pla	40
Bernardo Strozzi	<i>Dona vella davant el mirall</i>	1615	pla	60
Gentileschi	<i>Dues dones amb un mirall</i>	ca. 1620	pla	30
Velázquez	<i>Las Meninas</i>	1655	pla	60

\* Una còpia atribuïda al taller del mateix Ticià es pot veure al Museu Nacional d'Art de Catalunya, de Barcelona.

\*\* Mides aproximades calculades amb relació a les mides dels caps.

Els llibres sobre miralls de Pendergrast i Melchior-Bonnet tenen molts punts en comú, tot i que amb diferències que els fan complementaris. Potser la diferència més significativa la trobem en l'elevat nombre de pàgines que el primer dedica al desenvolupament al llarg de la història de miralls còncaus cada cop més grans per a la seva aplicació als telescopis. Si una cosa s'ha d'objectar al llibre de Pendergrast, és la seva pobre edició. Les figures, totes en blanc i negre, no estan numerades, es troben agrupades en poques pàgines i, per tant, lluny del text amb el qual es relacionen, al qual ni tan sols es fa referència a l'existència d'una figura il·lustrativa. Malgrat tot, hi ha molta informació i aspectes força interessants en aquest llibre desigual. A cap d'aquests dos llibres, però, trobem menció a aplicacions dels miralls com les xarxes de difracció o els interferòmetres de Michelson, tan importants per als químics pel seu paper en el desenvolupament de dues generacions d'espectrofotòmetres, la segona de les quals va donar lloc al naixement de les espectroscòpies modernes per transformada de Fourier.

Paral·lelament amb la història dels miralls, Pendergrast dedica atenció a la història de la llum, des de la teoria de l'extromissió (que mantenia que la llum surt dels ulls de l'observador) defensada per Euclides i Ptolomeu, entre d'altres, a la teoria de la intromissió (la llum entra als ulls) defensada per Aristòtil i rescatada per Avicena al segle x. La interpretació d'Alhacen (Basra, Pèrsia, 965–1040), que proposa que la llum viatja en línia recta, que l'angle d'incidència és igual a l'angle de reflexió i que veiem els objectes perquè reflecteixen la llum, són conceptes que es troben a la base de l'òptica moderna. També tenim en Robert Grosseteste (rector de la Universitat d'Oxford el 1221 i bisbe de Lincoln des de 1235) un *teòleg* de la llum, que manté que «tot és finalment fet de llum». Hauríem d'esperar Einstein perquè aquesta frase cobrés sentit a través de la famosa equació  $E = mc^2$ . També val la pena esmentar Alkindi (Bagdad, segle ix), el qual deia que «tot en aquest món... produeix raigs», cosa que sembla una constatació *avant la lettre* de la radiació dels cossos negres. Més a prop en el temps apareix un curiós invent d'Alexander Graham Bell, el *fotòfon*, consistent en un mirall que reflecteix la llum solar, muntat sobre un suport que vibra amb la veu, de manera que la llum reflectida és rebuda per un mirall parabòlic i concentrada sobre una cèl·lula de seleni que tradueix el senyal en so a un receptor telefònic. Ves per on, l'inventor del telèfon va ser també un precursor de la transmissió òptica dels senyals, que avui anomenem *fotònica*.

Leonardo da Vinci ocupa un lloc especial a la història dels miralls. És sabut que tots els seus manuscrits s'han de reflectir en un mirall per poder-los llegir. També, a diferència d'altres artistes, que empraven miralls per a fer autoretrats, ell deia que la reflexió d'un quadre en un mirall era la prova de la seva qualitat. D'altra banda, en diverses obres seves es troben dissenys de miralls còncaus així com de maquinària per a fer aquests miralls: al *Còdex Atlàntic* (Biblioteca Ambrosiana, Milà), als *Manuscrits de França* (Institut de France, París) o al *Còdex Arundel* (British Museum, Londres). Penseu que Galileu és molt posterior i els seus telescopis eren de transmissió, no de miralls. Els primers intents de fer telescopis amb miralls còncaus s'atribueixen a Marin Mersenne, un monjo de l'Orde dels Mínims, cap al 1636. Es van arribar a construir els miralls dissenyats per Leonardo? Quina utilització se'ls va donar? Tal vegada es tracta d'un intent teòric de fer el que els historiadors antics atribueixen a Arquímedes, que mitjançant un mirall còncau es suposa que va cremar les naus romanes a Siracusa el 212 aC? No fa gaire David Wallace, professor d'enginyeria mecànica del Massachusetts Institute of Technology, va fer amb els seus alumnes un experiment en el qual van enfocar 127 petits miralls sobre un model del buc d'un vaixell fet amb roure, i van aconseguir calar-li foc amb la llum del sol, amb què van comprovar que l'acció d'Arquímedes és almenys versemblant.<sup>8</sup>

Una de les bones troballes de Pendergrast està relacionada amb un conegut episodi de l'obra de Lewis Carroll *A través de l'espill*:<sup>9</sup>

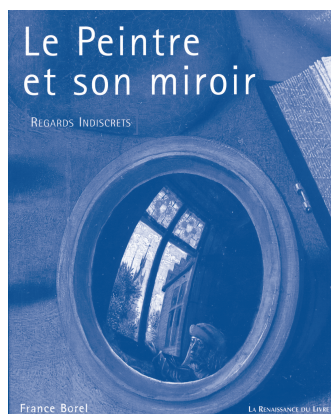
T'agradaria viure a la Casa de l'Espill, mixet? No sé si et donarien lleteta, allà. Potser la llet de l'altra part de l'espill no és bona de beure.

Pendergrast aventura que en invertir les molècules de lactosa el gust ha de canviar. De fet, tot i que la *D*-lactosa és un sucre i un dels components importants de la llet, no té un gust pronunciat, i és més aviat la caseïna la que dona gust a la llet. Posats a especular (del llatí *speculum*), ens podríem fer preguntes semblants respecte de les moltes talles romàniques i gòtiques de la *Mare de Déu de la Llet*, algunes de les quals estan alletant l'infant amb el pit dret, d'altres amb el pit esquerre. Aprofito l'ocasió per a recomanar una relectura de les dues obres mestres de Charles Lutwidge Dodgson, que aquest era el nom de Lewis Carroll. Hi trobarem tota mena de jocs de simetria, començant pel mateix pseudònim de l'autor, que resulta

de traduir els seus noms de pila al llatí, canviar-los d'ordre, i tornar a donar-los una fonètica anglesa. No us perdeu tampoc la introducció del concepte d'inversió del temps en un delirant diàleg entre la protagonista i la Reina Blanca. O la inversió de la direcció de moviment que es dona a l'altra banda del mirall i els problemes que aquesta operació de simetria crea a Alicia quan intenta arribar a algun lloc. També a *Alicia en terra de meravelles*<sup>10</sup> hi ha freqüents jocs de simetria que us comentareu tan sols per sobre, perquè sigueu vosaltres qui descobriu els detalls. Almenys en dos moments fa jocs consistents a intercanviar dues paraules d'una frase; en un cas, encara que soni diferent, la frase no canvia el seu sentit, mentre que ens dona diverses mostres del cas contrari. Un altre joc graciós apareix al diàleg entre Alicia i un lacai sobre si la noieta ha de trucar a la porta o no.

Tot i que resulta suggeridora la relació entre la quiralitat molecular i l'obra de Carroll, no és la lactosa el millor exemple de com varien les propietats d'una molècula quan es reflecteix en un mirall. Al llibre de McManus, *Right Hand, Left Hand*,<sup>11</sup> trobem alguns exemples clàssics, com el de la carvona, que té olor de menta a un costat del mirall i de comí de prat (*Carum carvi*) a l'altre, o el de l'olor de cítric que produeix un enantiòmer del limonè, ben diferent del perfum de pi que produeix l'altre, per no parlar del famós cas de la talidomida, no sempre ben comprès. Un ventall més ampli d'exemples es pot trobar a una monografia recent sobre quiralitat,<sup>12</sup> on podem aprendre que l'aspartam té un poder edulcorant dues-centes vegades el del sucre, mentre que el seu enantiòmer és amarg, o que mentre que l'*L*-glutamat és un potenciador del sabor, el *D*-glutamat no té cap efecte.

L'efecte de la quiralitat sobre l'olor i el sabor s'emmarca en la teoria estereoquímica de la comunicació química, proposada per Amoore el 1970. Segons aquest autor, una molècula que produeix olor o gust ha de tenir una estereoestructura complementària de la del seti receptor i, per tant, dos enantiòmers han de percebre's de forma diferent ja que no poden interaccionar amb el mateix seti. Un camp en el qual el món a cada banda del mirall és força diferent el trobem en la família de les feromones, substàncies responsables de l'atracció sexual en diverses espècies d'invertebrats. Segons el cas, ens podem trobar amb situacions molt diverses, com ara que els dos enantiòmers siguin emprats per espècies diferents, que tots dos enantiòmers siguin necessaris per a la bioactivitat, que una espècie produeixi una mescla d'enantiòmers amb un



efecte additiu o que un enantiòmer sigui actiu davant la femella i l'altre davant del mascle. Aquest últim cas es troba en la feromona de la mosca de l'oliva, produïda com una mescla racèmica per la femella. Com sigui que un dels enantiòmers és actiu enfront dels mascles i l'altre envers les femelles, el resultat és que la feromona produïda per la femella activa tant el mascle com la mateixa femella que la genera. Un altre cas interessant és el de la 5-metil-3-heptanona produïda per una espècie d'anèl·lids marins (*Platynereis dumerilii*). La femella produeix l'isòmer *R* que activa el mascle, i aquest produeix l'isòmer *S* que activa la femella. Podem intentar imaginar l'ús que hauria fet Lewis Carroll d'aquesta informació si l'hagués tingut a l'abast!

Augmentem una mica l'escala i preocupem-nos ara de la simetria de reflexió del cos humà, tema que ha fascinat i confós alhora metges, biòlegs, psicòlegs, antropòlegs i sociòlegs. Al llibre de McManus podem trobar uns quants exemples, des de l'existència del *situs inversus* (el cas d'aquelles persones que tenen els òrgans al costat contrari de l'habitual), fins a la disposició quiral dels enterraments en les cultures indoeuropees del Neolític. Un experiment clàssic, descrit en aquest llibre, juga amb una fotografia d'Edgar Allan Poe. Junt amb un retrat real de l'escriptor, veiem dos retrats trucats, fets a partir de tan sols la part dreta o esquerra de la seva cara, respectivament, afegint-hi l'altra part per reflexió. Els dos retrats simetrizats són molt diferents l'un de l'altre, i ambdós ens resulten inhumans i inquietants. Potser era això el que volia dir Leonardo, que les obres d'art belles són les que resisteixen la inversió en un mirall? Una experiència semblant ha estat portada al món del vídeo pel polifacètic artista greconord-americà Lucas Samaras. En un dels seus *photoflicks*, intitulat *Unentangle*, ens presenta una imatge simetritzada d'un personatge desimbolicant un cabdell de llana multicolor, mentre

que en un altre, anomenat *Cave II*, fa un recorregut per diverses estances d'una casa (amb música de Janacek de fons) emprant també una imatge real junt amb la seva imatge especular. No cal dir que el resultat és d'allò més inquietant.

Ja que ha sortit el nom de Lucas Samaras, no puc deixar de recomanar-vos, si mai teniu ocasió de veure-la, la seva instal·lació *Mirror Structure (Embrace)*. Es tracta d'una mena d'habitació amb columnes, aparentment senzilla, feta de miralls per tots costats i per la qual hom es pot passejar. Tot i que s'adverteix als visitants que pot produir marejos, la sensació és més aviat de sorpresa, especialment quan es mira al terra o al sostre i es descobreix una columna d'imatges d'un mateix que es van alternant capiculades.

Entre els *errors vulgars* relacionats amb la lateralitat que tracta McManus cap al final del llibre, destaca la discussió de les raons per les quals els testicles són asimètrics, que va ser presentada «en l'article de més notorietat que [...] hagi escrit» i que li va valdre un premi Ig-Nobel. Aquest premi es concedeix a aquelles investigacions que no es poden reproduir o que no haurien de ser reproduïdes. A McManus li haurien pogut concedir igualment per la seva descripció d'un quadre de Dalí pintat amb la mà esquerra, o per descobrir que Lawrence d'Àràbia surt al film del mateix nom menjant amb la mà esquerra, gest prohibit a un àrab, temes tots dos igualment escatològics. Cal destacar, però, la reacció de McManus a aquest premi, segons declaracions seves recollides per *The Observer* (13 octubre 2002):

Això mostra que els investigadors tenen sentit de l'humor i que la ciència és divertida —diu McManus—. Certament, l'essència de la bona recerca consisteix a perseguir una idea estúpida amb mesures boges. De vegades s'arriba a un descobriment radical, com la deriva continental. Altres vegades simplement es fa una observació estrofolària.

Altres errors que es discuteixen en aquesta secció inclouen que els esquerrans moren més joves, que els Neandertals eren esquerrans, que els esquerrans són més intel·ligents de mitjana, o que les busques del rellotge giren en la mateixa direcció que els rellotges solars.

Tant Pendergrast com Melchior-Bonnet dediquen molta atenció a dues aplicacions entre lúdiques i artístiques dels miralls, els calidoscopis i les anamorfosis. El joc de miralls que ano-

menem *calidoscopi* va ser inventat per David Brewster el 1815 i patentat per ell mateix dos anys més tard. L'atracció del públic per aquesta *joguina filosòfica*, com la va batejar el seu inventor, va ser de tal magnitud que en tres mesos es van vendre dos-cents mil calidoscopis entre Londres i París. D'altra banda, una *anamorfosi* és una imatge deformada que, des d'un cert punt de vista o per reflexió en un mirall corbat, apareix regular. Podem trobar anamorfosi a les carreteres, en algunes indicacions pintades sobre l'asfalt, que es poden llegir correctament ran de terra des d'un cotxe, però que des de l'aire es veuen deformades. També són anamorfosis les pintures publicitàries a la gespa dels estadis de futbol que donen la impressió de ser tanques verticals. Potser us són conegudes les anamorfosis de Dalí, que es poden veure al teatre-museu de Figueres. Ara bé, l'ús de les anamorfosis té una llarga història en el món de l'art, ja que apareixen a cavall dels segles xv i xvi, amb l'eclosió de l'interès per la perspectiva pròpia del Renaixement. Un dels exemples més coneguts és la calavera que sobrevola per davant dels personatges al quadre de Hans Holbein, *el Jove, Els ambaixadors* (1533, actualment a la National Gallery de Londres). En una visió normal del quadre veiem la imatge de poder, riquesa, glòria i saviesa que transmeten els personatges, però des d'un cert angle (el punt de vista *correcte*, el de la fe cristiana) veiem aquesta calavera, símbol de la fugacitat de la vida i de tota vanitat. A la Xina van ser populars les anamorfosis a cavall dels segles xvi i xvii, sovint per a representar escenes eròtiques o pornogràfiques.

L'atzar ha volgut que, enmig de l'escriptura d'aquestes línies, trobés a un llibreter de vell d'Aix en Provença un insospitat llibre titulat *Les secrets d'un miroir*.<sup>13</sup> És un llibre magníficament il·lustrat amb un seguit d'animals fantàstics amb formes anamòrfiques. El fil conductor és la visita que fan dos nens, Gilles i Gaspard, al castell d'Ambras, prop d'Innsbruck, on es conserva una col·lecció de curiositats acumulada per Fernand II d'Habsbourg (s. xvi), entre les quals hi ha un grapat de gravats anamòrfics. A part d'algunes explicacions sobre les anamorfosis i la seva història, així com sobre el castell d'Ambras, la part central del llibre dedica dues pàgines contigües a cadascuna de les bèsties. A la pàgina de l'esquerra hi ha una *fitxa tècnica* amb la data i lloc de naixement, referències familiars, característiques físiques, hàbitat, gustos i hàbits, junt amb algunes explicacions addicionals. A la pàgina de la dreta apareix per duplicat un dibuix anamòrfic de l'ésser fantàstic, aparentment iguals però amb els quals es pot jugar el joc de les diferències, i al centre, on s'ha de col·locar un mirall cilíndric.

dric, trobem dibuixos de laberints, sanefes o poliedres complexos dibuixats per Jamnitzer a la seva obra *Perspectiva Corporum Regularium* (1568). Aquests animals, fruit de somnis o de malsons, amb les seves fitxes tècniques i les belles il·lustracions, ens fan recordar aquella obra alhora erudita i entretinguda de Jorge Luis Borges, *El libro de los seres imaginarios*.<sup>14</sup>

Ja que ens hem trobat Borges de la mà de l'atzar, podríem concloure amb una de les seves descripcions d'éssers imaginaris, els *animals dels miralls*:

En aquel tiempo, el mundo de los espejos y el mundo de los hombres no estaban, como ahora, comunicados. Eran, además, muy diversos; no coincidían ni los seres ni los colores ni las formas. Ambos reinos, el especular y el humano, vivían en paz; se entraba y se salía por los espejos. Una noche, la gente del espejo invadió la tierra. Su fuerza era grande, pero al cabo de sangrientas batallas las artes mágicas del Emperador Amarillo prevalecieron. Éste rechazó a los invasores, los encarceló en los espejos y les impuso la tarea de repetir, como en una especie de sueño, todos los actos de los hombres. Los privó de su fuerza y de su figura y los redujo a meros reflejos serviles.

## Bibliografia

- 1) GRIMM, L. J.; GRIMM, C. *Rondalles de Grimm*. Barcelona: Joventut, 1935. [Traducció catalana de Carles Riba]
- 2) PENDERGRAST, M. *Historia de los Espejos*. Barcelona: Ediciones B, 2003. [Versió original: *Mirror | กระจก – A History of the Human Love Affair with Reflection*. Nova York: Basic Books, 2003]
- 3) FIORAVANTI, L. *Dello Specchio di Scientia Universale*. Llibre tres, cap. xxii. Venècia: Heredi di Marchiò Sessa, 1572.
- 4) MELCHIOR-BONNET, Sabine. *The Mirror. A History*. Londres: Routledge, 2001. [Versió original: *Histoire du Miroir*. París: Imago, 1994]
- 5) VARSHNEYA, A. K. *Fundamentals of Inorganic Glasses*. Nova York: Academic Press, 1994.
- 6) SHELBY, J. E. *Introduction to Glass Science and Technology*. 2a ed. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 2005.
- 7) BOREL, F. *Le Peintre et son miroir*. Tournai: La Renaissance du Livre, 2002.
- 8) Vegeu: [http://web.mit.edu/2.009/www/lectures/10\\_ArchimedesResult.html](http://web.mit.edu/2.009/www/lectures/10_ArchimedesResult.html).
- 9) CARROLL, Lewis. *A través de l'espill i tot allò que Alicia hi va trobar*. Barcelona: Quaderns Crema, 1985. [Versió original: *Through the Looking Glass, and What Alice Found There*, 1871; traducció catalana d'Amadeu Viana]
- 10) CARROLL, Lewis. *Alicia en terra de meravelles*. 4a ed. Barcelona: Joventut, 1987. [Versió original: *Alice's Adventures in Wonderland*, 1865; traducció catalana de 1927 de Josep Carner]
- 11) McMANNUS, C. *Right Hand, Left Hand*. Londres: Weidenfeld & Nicolson, 2002.
- 12) LOUGH, W. J.; WAINER, I. W. [ed.]. *Chirality in Natural and Applied Science*. Oxford: Blackwell, 2002.
- 13) MIGNON, P. *Les secrets d'un miroir*. Arles: Actes Sud, 2003.
- 14) BORGES, J. L. *El libro de los seres imaginarios*. Parets del Vallès: Bruguera, 1979.