

# Qüestions de perspectiva en la pintura hispànica del segle XVI (Criteris d'anàlisi perspectiva i aplicació al cas de Catalunya).

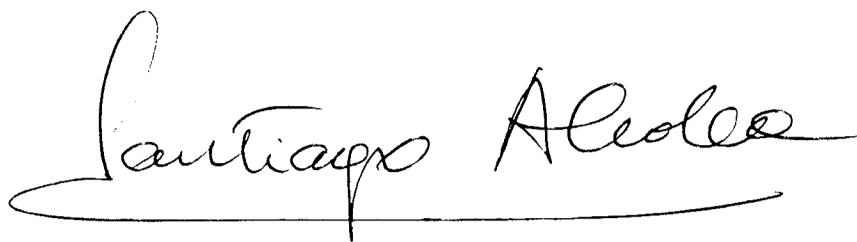
Joaquim Garriga Riera

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tesisenred.net](http://www.tesisenred.net)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

QÜESTIONS DE PERSPECTIVA EN LA  
PINTURA HISPÀNICA  
DEL SEGLE XVI  
(criteris d'anàlisi  
perspectiva i aplicació al cas  
de Catalunya)

A handwritten signature in black ink, reading "Santiago Alcolea". The signature is written in a cursive style with a long horizontal flourish underneath.

Tesi de doctorat de Joaquim GARRIGA I RIERA,  
dirigida pel Dr. Santiago ALCOLEA I GIL.

Departament d'Història de l'Art,  
curs 1989-1990.

Facultat de Geografia i Història  
Divisió de Ciències Humanes i Socials

UNIVERSITAT DE BARCELONA

**1. PRIMERA PART:  
REPRESENTACIÓ DE LES FORMES I  
PERSPECTIVA**

«Il n'importe pas seulement  
qu'on voie la chose,  
mais comment on la voit»

M. de MONTAIGNE, *Essais*, I, 14

## 1. LA PERCEPCIÓ VISUAL DE LES FORMES

### I L'ÒPTICA O *PERSPECTIVA NATURALIS*

Ja s'ha indicat que l'objectiu de la present recerca consistia a estudiar l'existència de procediments renaixentistes de representació de l'espai -de primer antuvi la *perspectiva artificialis*- en la pintura cinccentista catalana, i eventualment a caracteritzar-ne el procés d'introducció. L'exigència de fonamentar-lo establint-ne les referències històriques i conceptuals reclamades per l'estat actual dels estudis, tant com les necessitats metodològiques que també s'han assenyalat, faran indispensable de resseguir amb un certa amplitud la problemàtica relacionada amb els procediments de «representació» espacial, és a dir, amb tot allò que, en positiu o en negatiu, podríem trobar-nos en les anàlisis de la segona part. Ara bé, seria poc raonable entendre amb el mateix detall l'exposició a la vastíssima i complexa problemàtica general de la «percepció» humana de les formes espacials -als seus vessants físic, fisiològic,

psicològic, matemàtico-geomètric...-, a despit que també hi sigui subjacent i que hi estigui directament involucrada. Les proporcions limitades i el caràcter històrico-artístic del present treball, per a no parlar del justificat respecte -o la basarda- de l'autor enfront d'aquests altres vessants disciplinaris, justifiquen que no s'hi doni un tractament específic en profunditat.

Així i tot, com que els arguments últims de les modalitats de «representació» remetent o s'han remès a dades de la «percepció» del món visual, tampoc no les podem silenciar. Per la necessitat de fonamentar amb rigor els criteris del model d'anàlisi, doncs, i també per a facilitar la comprensió de no pocs aspectes de base tècnica o científica del discurs històrico-artístic que ha de seguir, i fins i tot per simple comoditat de lectura, hem compilat en una exposició per força molt incompleta i sumària, en si mateixa, les informacions que semblaven indispensables o més útils i rellevants a propòsit de la percepció visual -d'entre les que el mateix estudi de temes perspectius ja ens havia comportat aplegar-: tant les relatives a la fenomenologia de la visió i a les seves derivacions figuratives, com les relatives a qüestions d'interpretació. Ens ha semblat que fóra d'una especial utilitat, sobretot, recordar-ho des dels principals planteigs de l'òptica moderna.

### **1.1. «Saber» i «veure»: representacions «conceptuals», representacions «òptiques»**

Cal tenir sempre present, en efecte, que en darrera instància tota la problemàtica perspectiva es desprèn d'un fenomen físic objectiu i idèntic per a tots els homes de tots els temps: l'aparença figurativa dels cossos que ens envolten en un moment donat no coincideix amb el complex de coneixements que ja teníem d'aquells cossos. Sovint la seva aparença concreta pot semblar molt diversa d'allò que anomenem la seva forma pròpia, de la seva realitat mètrica, de

les seves característiques topogràfiques i geomètriques reals. La diferència -o si més no la majoria de diferències- entre l'aspecte visual i la forma real dels objectes és interpretada automàticament amb celeritat i exactitud gràcies a facultats innates i a una experiència iniciada des del mateix naixement dels individus i que tal vegada incorpora, en forma de pressuposicions, experiències figuratives atàviques acumulades per la seva comunitat. Però en tot cas la constatació de la diferència entre allò que es veu i allò que se sap de les coses del món real ha esdevingut un factor determinant de la història de la representació pictòrica, i per això mateix hem de reconèixer-hi el factor desencadenant de la història de la perspectiva. Els episodis de la pintura d'Europa occidental, si més no, serien incomprendibles sense la consciència d'aquest fenomen i sense els esforços per a donar-hi solucions adequades en cada moment.

Un cop establert el principi, avui ja difícilment controvertible, que els valors artístics d'una obra, en si mateixos, són independents de les opcions que manifesti per l'abstracció o bé per la denotació de la realitat visualment percebuda, que són independents i no subordinats al grau de versemblança mimètica o d'imitació de la naturalesa i del món visual circumdant que puguin reflectir, un cop reconegut això en primer lloc, caldrà reconèixer seguidament que la immensa majoria dels productes pictòrics elaborats per la cultura occidental fins al segle XX s'han basat en representacions més o menys denotatives de la realitat sensible. Ara bé, el fenomen suara esmentat de la no coincidència entre les formes vistes i les formes reals de les coses ha generat o condicionat en aquestes representacions, en el curs de la història, dos bàsics comportaments figuratius, no pas oposats, com es dirà, però molt característics.

D'una banda, ha portat a les representacions que se solen anomenar «conceptuals», o sigui, aquelles que tendeixen a privilegiar estereotips de les formes reals o pròpies de les coses -d'allò que en «sabem»-, i per tant a acu-

mular o resoldre's en signes gràfics convencionals que responen a l'aspecte més identificable, al concepte més comú o més «establert» de cada cosa en una determinada cultura. Manifesten un comportament figuratiu «conceptual», entre molts d'altres, els cicles artístics del món antic pre-clàssic, de bona part de l'occident medieval, de no poques cultures o etapes culturals orientals com la xinesa i la japonesa, així com de diversos corrents estètics occidentals a partir del Postimpressionisme i del Cubisme -considerem ara les «representacions» en sentit estricte, sense contemplar-hi fenòmens anàlegs de «projecció de sentit» o de «substitució» com voldria Robert Klein (1961b, 438).

L'altre comportament figuratiu, en canvi, opta per les representacions anomenades «òptiques», que tendeixen a produir imatges del món sensible tal com es manifesta a la concreta percepció visual humana. Emfasitza la mimesi de la naturalesa cercant d'obtenir en la pintura els mateixos efectes visuals, sense considerar les formes pròpies o reals de les coses imitades -tanmateix conegudes- sinó només les formes percebudes, les de la seva aparença òptica. Reflexionen una clara voluntat «òptica» les representacions dels cicles artístics grec i greco-romà d'entorn els segles VI/V aC fins al segle II dC, ultra les de l'occident europeu des dels segles XIII/XIV fins al segle XIX -però en molts aspectes es podria prolongar fins a l'actualitat (cf Vagnetti, 1979, 15-22).

és veritat que cap artista no pot pintar «allò que veu» completament al marge de qualsevol convenció (Gombrich, 1959, xxxv), però la seva mateixa actitud figurativa -el seu desig i l'esforç constant de prescindir de les convencions- caracteritza i distingeix radicalment el comportament d'aquests pintors respecte al dels artistes «conceptuals». Representacions així tendirien a respondre al model perceptiu d'imatge pictòrica descrit per Gibson (1950, 27-35) com un complex de raigs lluminosos que comporten tota la informació cromàtica i espacial que hauria produït el mateix objecte o

escena: «Un quadre és una superfície tractada de tal manera que forneix a l'observador una sèrie delimitada d'impressions òptiques, les quals contenen el mateix tipus d'informació que es troba en la sèrie d'impressions òptiques pròpies d'un ambient qualsevol» (ibid., 31).

Les cultures artístiques d'aquest segon grup, pel fet de propugnar representacions «òptiques», també potenciarren l'anàlisi minuciosa dels elements de la naturalesa, així com l'exploració dels mecanismes visuals humans, sempre en funció d'aconseguir imatges més i més plausibles em el sentit que realment evoquessin o «traduïssin» la nostra mirada exacta sobre el món. El cicle renaixentista, en particular, no solament s'identificava amb els plantejaments «òptics» de les arts figuratives sinó que, com veurem, hi destacà amb un protagonisme decisiu, ja que les seves recerques van culminar amb la invenció d'un mètode de representació tendencialment «objectiva» de les imatges visuals, o sigui la «perspectiva artificial». En el seu lloc referirem l'aparició del mètode i les seves formidables conseqüències, però deixem des d'ara assenyalada la raó última de la seva recerca, la voluntat d'obtenir «imatges òptiques» i per tant el seu enllaç directe amb el sentit humà de la vista: amb el fet i el funcionament de la visió, amb tot allò que configura les «imatges naturals» i la nostra percepció visual del món. Al capdavant, fou en l'estudi del comportament de les coses vistes respecte a la visió humana, en l'«òptica» o «*perspectiva naturalis*», on els pintors i matemàtics van fonamentar i precisar el mètode per obtenir representacions objectivades i «equivalents», és a dir, on van justificar la «*perspectiva artificialis*».

## 1.2. La llum i la visió

Hem de deixar per força de banda, ara, una descripció ordenada i en detall de l'estructura anatòmica de l'ull humà, així com del seu sistema òptic i en general del



tema de la formació psicològica de les imatges, però interessa presentar-ne un breu esbós a propòsit d'aquelles dades i mecanismes de la «percepció de la realitat visual» que tenen una incidència més o menys directa en qualsevol anàlisi o reflexió sobre la seva representació. Les informacions sobre els aspectes físic, fisiològic, psicològic i geomètric de la percepció visual referides a continuació -als epígrafs 1.2 i 1.3, i en bona mesura també a 2.1- són de caràcter compilatori i s'han espigolat no solament d'escrits d'especialistes en els diversos vessants de la recerca sobre la visió humana, sinó també, quan s'ha pogut, d'autors que les recollien preferentment en funció dels problemes «artístics» o de representació i la seva història. Els autors i escrits utilitzats són molt nombrosos, com ja consta en les indicacions bibliogràfiques corresponents, però m'han estat una guia fonamental que he seguit amb especial insistència un grup d'obres relativament reduït -tanmateix d'orientacions variades i sovint d'opinions contrastants- que especifico de seguida.

He tingut en compte, a més d'un «clàssic» reconegut com Vasco Ronchi (1955, 1968a, 1968b i 1983), estudiosos que representen els tres principals enfocaments actuals del problema de la visió: el fisiològic, el psicològic i l'informàtic. Del primer, he utilitzat treballs dels fisiòlegs o neuro-fisiòlegs Colin Blakemore (1973), David H. Hubel-Torsten N. Wiesel (1979), Ruggero Pierantoni (1980), Maurice H. Pirenne (1966 i 1970) i C.U.M. Smith (1972). De l'enfocament psicològic, he consultat en particular l'autor de tendència empirista Richard L. Gregory (1965 i 1973), però també els de tendència «gestàltica» o fenomenologista James J. Gibson (1950 i 1971) i Gaetano Kanizsa (1980). Del model informàtic, he vist la «teoria computacional» de David Marr (1982), però m'ha servit sobretot l'obra del seu seguidor John P. Frisby (1979), de propòsits divulgadors i que, a més, intenta harmonitzar els resultats de tots tres enfocaments o models esmentats. D'altra banda, també he seguit exposicions

d'autors no especialistes en el tema estrictament de la percepció visual, però que en canvi són competents o experts en diferents aspectes de les connexions entre visió i representació que tractàvem aquí, com Decio Gioseffi (1963a), Luigi Vagnetti (1979), Lawrence Wright (1983) i, molt especialment, Ernst H. Gombrich (1959, 1973 i 1982).

### **Kepler i la concepció moderna del procés visual**

Johann Kepler (1571-1630) exposà resolutivament per primera vegada el mecanisme de la visió humana en una síntesi de singular importància històrica, que es considera el fonament de l'òptica moderna: el seu *Ad Vitellionem Paralipomena, quibus astronomiae pars optica traditur* (Frankfurt, 1604). Al capítol V, «*De modo visionis*», escriu

*«Visionem fieri dico, cum totius hemisphaerii mundani, quod est ante oculum, et amplius paulo, idolum statuitur ad album subrufum retinae cavae superficiei parietem»* (Kepler, 1604, 168, citat per Ronchi, 1983, 110), que podríem traduir: «*Afirmo que la visió es produeix quan l'efígie de tot l'hemisferi del món que és davant de l'ull, i encara un xic més [d'un hemisferi], s'ha format sobre la rosada superfície còncaua de la retina*».

Amb Kepler s'establia per primera vegada, al cap de dos mil·lennis de recerques i de polèmiques, que els objectes del món exterior projectaven els seus estímuls lluminosos directament sobre la retina. Que la retina, a més, receptora d'una imatge invertida d'aquells objectes, era tan sols un receptor intermediari, i la inversió no significava altra cosa que un mer sistema distributiu dels estímuls al si del mateix ull. Que la visió es produïa definitivament, gràcies a la «facultat visual» o «ànima/psique», en el cervell connectat amb la retina mitjançant el nervi òptic -però Kepler deixava per a altres l'explicació d'això. L'ull humà es comportava, doncs, d'una manera anàloga -només anàloga, i molt simplificada, no pas igual!- a una «cambra obscura».

Kepler partia del concepte que «de cada punt de la superfície d'un cos lluminós o il·luminat, en surten raigs

rectilinis en totes direccions», una part dels quals arriben a l'ull en forma de petits cons, cadascun amb vèrtex en el punt d'on parteixen i amb base a la pupil·la; aquí, per refracció, formen altres cons, que tenen per base també la pupil·la però el vèrtex dels quals incideix sobre la retina. Així, amb tots els punts de la superfície d'un objecte es conforma l'anomenada «imatge retínica» d'aquest objecte, que Kepler anomenà «*pictura*» i connotà de referències pictòriques: «*Retiformis tunica pingitur a radiis coloratis rerum visibiliuum*» («La pantalla retínica és pintada pels raigs acolorits de les coses visibles»).

Ara bé, l'estimulació o «imatge retínica» no és pas encara la nostra «imatge» del món, sinó només una fase intermèdia del recorregut de les informacions exteriors, que hauran d'atènyer la psique. Aquesta es representa el món aparent, la llum, els colors, la forma i la posició de les figures en l'espai deduït-ho de l'esmentada imatge retínica, que és comunicada al cervell mitjançant les nombroses fibres del nervi òptic enllaçades amb les encara més nombroses cèl·lules retíniques. Kepler compara la visió amb la pintura -ha estat molt divulgada la seva frase evocadora «*Ut pictura, ita visio*»-, però distingeix sempre les «imatges visuals» formades per la psique -les «*imagines*»- respecte a les «imatges retíniques», que descriu com a simples representacions o «*picturae*». Aquestes darreres són les que relaciona amb les imatges pintades sobre el suport d'un paper, taula o paret, o amb les projectades en la pantalla d'una cambra obscura: amb tota imatge «*non pendula in aëre, sed fixa in papyro*» («no suspesa en l'espai, sinó aplicada damunt un paper»).

La visió, doncs, no és pròpiament «*pictura*», sinó «*imago*». De fet, l'analogia entre les imatges retíniques i les d'una pintura o d'una cambra obscura es fa menys en funció de la seva mútua semblança que per contraposició amb les imatges visuals -obra de la psique, no «aplicades» o «fixades» enlloc, sinó «suspeses en l'espai». Les metàfores «pic-

tòriques» amb què Kepler descriu l'acció de la llum en la retina -«*Visio igitur fit per picturam rei visibilis ad album retinae et cavum parietem*» («La visió s'esdevé mitjançant una pintura de l'objecte visible damunt la paret blanca i còncava de la retina»), o bé «*Retiformis tunica pingitur a radiis coloratis rerum visibilium*» («La pantalla retínica és pintada pels raigs acolorits de les coses visibles») (per a les relacions amb la pintura, cf també Alpers, 1983, 71-76, i Kitao, 1980, 499-510)- no pretenen tant descriure la mateixa «imatge retínica» en termes d'una «representació» positivament assimilable a les «pintades» o bé a les «projectades», com remarcar que la visió és «una altra mena d'imatge», diferent d'aquestes «picturae» disposades damunt un «suport».

Així, l'excitació retínica s'ha de considerar una fase intermèdia o inacabada de la visió perquè és encara una representació «fixa» -com si diguéis: és encara tan poc imatge humana com la pintura d'una paret-, i no esdevindrà «imatge» o visió pròpiament dita fins que no arribi a la psique, fins que no sigui «*pendula in aère*». Kepler reserva el terme d'«imatge» («*imago, imagines rerum*») exclusivament per a la fase «final» de la visió, per a les imatges visuals humanes, formades per la psique i les úniques dotades d'«entitat racional»: «*Cum hactenus Imago fuerit Ens rationale, iam figurae rerum vero in papyro existentes, seu alio pariete, picturae dicantur*» («Atès que la 'imatge' és una entitat racional, aleshores les representacions de les coses fetes sobre un paper o en una paret s'hauran d'anomenar 'pintures'»). Tradueixo de J. Kepler, *Ad Vitellionem Paralipomena*, 1604, 193, transcrit per Ronchi, 1983, 112).

Però la psique, a més de crear les figures lluminoses i acolorides del món aparent -o sigui, les «*imagines rerum*», els «fantasmes»- també les ha de poder localitzar, les ha de saber situar en la seva correspondència amb els objectes reals. A propòsit d'això, Kepler trobà que la «posició» dels punts sobre la retina indicava a la psique la

«direcció» exacta des d'on arribaven els raigs; l'altre element indispensable per a la localització, la «distància», es resolvia gràcies al «*triangulum distantiae mensorium*» o «triangle distanciomètric», obtingut de la secció axial del con -de cadascun dels cons formats pels raigs que van de la superfície del cos radiant a la pupil·la-: un triangle, per tant, amb vèrtex en l'esmentat cos i que té per base el diàmetre de la pupil·la receptora. Kepler considerava que, fos quina fos la distància entre el punt/cos radiant i l'ull, la psique estava en condicions de reconèixer-la perquè mitjançant la pupil·la «sentia» l'obertura del triangle «distanciomètric».

Quan la psique ha acabat les operacions de crear el fantasma lluminós i acolorit i de localitzar-lo on es troba el cos o objecte, aleshores, segons Kepler, l'observador pot dir que «veu l'objecte». (cf Alpers, 1983, 71-77; Kitao, 1980, 499-510; Pirenne, 1970, 25-31; Ronchi, 1968b, XXIII-XXVI, i 1983, 106-111)

Així, doncs, quan parlem de «veure» -o de «veure la realitat»-, al·ludim a un acte de caràcter espiritual, psíquic, i volem dir que la nostra psique ha «interpretat» els senyals que la retina havia copsat i tramès al cervell mitjançant el nervi òptic. El complexíssim i encara tan poc conegut procés de percepció visual, per simple comoditat expositiva i a despit que els seus elements actuïn sempre íntimament relacionats, podríem destriar-lo en tres fases o sectors principals, els tres mateixos que ja emergeixen en l'esquema de Kepler sintetitzat suara: la llum, l'ull i la visió. O sigui, les fases física, fisiològica i psicològica del procés visual humà.

### La llum

Vasco Ronchi, una alta autoritat científica en el camp de l'òptica i de la història de l'òptica, comença la seva *Storia della luce, da Euclide a Einstein* (1983<sup>3</sup> [1939]) manllevant a les frases inicials d'un grandíós poema sacre

l'arcana perplexitat de l'home enfront de la «llum»: «*Dixitque Deus: Fiat lux. Et facta est lux*» (Gènesi 1:3). La llum és creació divina en el primer dia del món: és el principi primordial de la vida i de l'ordre, en contraposició a les tenebres i a la desolació del caos -que és fosca, buidor, confusió, mort.

*«In principio creavit Deus coelum et terram. Terra autem erat inanis et vacua, et tenebrae erant super faciem abyssi: et spiritus Dei ferebatur super aquas. Dixitque Deus: Fiat lux. Et facta est lux. Et vidit Deus lucem, quod esset bonam: Et divisit lucem a tenebris. Apellavitque lucem diem, et tenebras noctem. Factumque est vespere, et mane, dies unus.»* (Gn 1:1-5). Versió catalana dels monjos de Montserrat: «Al principi Déu creà el cel i la terra. La terra era caòtica i desolada, les tenebres cobrien l'oceà i l'esperit de Déu batia les ales sobre l'aigua. Déu digué: "Que hi hagi llum". I hi hagué llum. Déu veié que la llum era bona, i separà la llum de les tenebres. Déu anomenà la llum dia, i les tenebres, nit. Hi hagué un vespre i un matí i fou el dia primer.»

La solemne etiologia, impregnada de denses suggestions poètiques, pressuposa tanmateix una concreta teoria sobre la naturalesa de la llum: és explicada per contraposició a la fosca i a la confusió del caos primigeni, i li és atribuïda existència independent, tant respecte al seu emissor com respecte al seu receptor; però cal dir que en els versets bíblics, per damunt d'una precisa formulació de conceptes, hi preval la força emotiva del llenguatge metafòric.

Ara bé, a la fi del llibre de Ronchi, un cop examinades i analitzades totes les concepcions històriques de filòsofs i científics -incloses les recents- a propòsit de la naturalesa de la llum, després de tants esforços seculars per a trobar-hi respostes com s'han descrit, no sembla pas que s'hagi eliminat essencialment l'antiga perplexitat que el llibre del Gènesi reflectia, i es retorna a la pregunta inicial, ara sense el recurs a la poesia o al mite: «així, doncs, què és la llum?». Val la pena de recollir literalment la lúcida resposta «en negatiu» del mateix autor, que clou l'obra:

«[...] la luce è divenuta un quid molto evanescente. Fino al punto che se uno insistesse nella domanda: che cos'è dunque la "luce"?, saremmo costretti a confessare che non vi è nulla di definito, a sé stante, a cui ragionevolmente dare questo nome.

Perché, escluso che questo nome si possa dare all'agente esterno, che si deve chiamare "radiazione", escluso che sia vera luce quella manipolazione che i fotometristi fanno della radiazione, per i loro scopi sperimentali e tecnici, dovremmo cercare nel mondo psichico il quid a cui dare questo nome.

Ebbene nel mondo psichico che ci riguarda noi troviamo soltanto questo: dei fantasmi dotati di brillantezza [...], di un dato tono di colore e di una certa saturazione. Non vi è niente che fluisce, tra psiche e fantasma, che possa chiamarsi luce.

Cosicché a questa parola non rimane che il significato di "assenza di buio"; quello stesso significato che le avevano attribuito i filosofi di due millenni addietro. Esservi luce significa soltanto che la psiche non sta inoperosa, e crea i suoi fantasmi.

Forse, anche soltanto in sogno.» (Ronchi, 1983, 308)

Resseguir aquí totes les concepcions sobre la llum, ni que ens limitéssim a les importants, seria, a més de poc practicable, d'escassa «rentabilitat» per al nostre estudi. Per això resumim -de treballs diversos del mateix Ronchi i d'altres autors- tan sols les realment pertinents per al cicle renaixentista, amb el contrapunt d'una breu digressió panoràmica que també incorpora les propostes actuals perquè poden afectar les interpretacions de la crítica moderna.

### **Les explicacions antigues de la llum**

En tot cas, cal partir de l'existència del món exterior i de l'existència de l'observador, ja que es parla de «llum» pel fet que l'home «hi veu»; les nocions de fosca i de llum apareixen com a dues «condicions», l'una manca o negació de l'altra. Per allò que consta del pensament grec, que almenys des del segle V a.C. es plantejava amb insistència la qüestió del coneixement del món exterior mitjançant els mecanismes sensorials, es considerarà fonamental explicar

com s'ho fa l'home per «veure-hi»; el sentit de la vista constituïa un problema especialment dur per a ells, sobretot per causa de l'enllaç o connexió entre l'ull i la cosa vista: o sigui, per causa de la «llum».

Era evident, de bon principi, que qui «hi veia» era l'ànima, la ment, la psique o consciència de l'individu, i el problema consistia a determinar com s'ho feia per conèixer la presència, la forma, els colors i la posició en l'espai dels cossos que veia -a vegades molt allunyats. S'idearen nombroses teories per explicar la connexió entre l'ull i l'objecte vist: els pitagòrics van pensar en un quid que sortia de l'ull i anava cap a la cosa; els atomistes de l'escola de Demòcrit foren partidaris de l'emissió d'un quid des de l'objecte vers l'ull; Empèdocles optava per una combinació d'ambdós fluxos, per la coexistència de tots dos quid que anaven en sentits contraris, i també Plató intentà de fondre en una única concepció les dues hipòtesis oposades; en l'obra d'Aristòtil, en canvi, es propugnava un altre tipus de connexió sense moviment, una modificació del medi interposat entre l'ull i la cosa vista.

La hipòtesi de Demòcrit i els atomistes -més tard compartida pels epicuris- preveia que de cada cos lluminós o il·luminat emanaven contínuament en totes direccions uns estímuls ordenats, uns «simulacres» o εἶδολα -*species* en les versions llatines- sensibles només als ulls i capaços de conservar la forma i els colors del cos durant la seva rapidíssima propagació per l'espai circumstant, però capaços també de contreure's a les minúscules dimensions de la pupilla i penetrar així dintre l'ull encara que l'objecte emissor hagués estat una muntanya. Quedaven inexplicades les informacions sobre la distància del cos en relació a l'ull, que els εἶδολα també haurien hagut de fornir, però no es trascuraven pas les fases fisiològica i psíquica del procés visual: es tenia en compte l'ull receptor del simulacre així com la seva transmissió nerviosa al cervell, amb la representació final de la cosa vista. La teoria dels «simulacres»



propugnada pels atomistes des d'interessos preferentment físico-fisiològics, s'ha anomenat de la «intromissió», sobretot per contraposició a la hipòtesi dels «raigs visuals» o de l'«extromissió», històricament predominant -però no pas millor, en el sentit que fos una explicació més adequada del fenomen- i resolta amb enfocaments més abstractes pels pensadors pitagòrics.

Els pitagòrics, en efecte, sostenien que la visió s'esdevé exclusivament per una acció ocular interna, mitjançant un «foc» o uns «raigs» invisibles emesos per l'ull. De manera semblant a com un cec pot explorar i conèixer les coses exteriors amb el tacte o amb el seu bastó, així també la psique podia representar-se les coses gràcies als ulls, els quals estan dotats d'uns raigs exploradors -els «raigs visuals»- que es desplacen fins als objectes del món exterior, els més llunyans i tot, per a conèixer-ne la forma, els colors i la posició. La teoria fou professada particularment per filòsofs matemàtics, que propiciaren el caràcter esquemàtic i abstracte de la hipòtesi i minimitzaren la complexitat físico-fisio-psicològica del problema. No és difícil, així, reconèixer-hi en embrió els elements de la futura construcció perspectiva, que s'aniran precisant en simetria amb la maduració de la mateixa teoria: l'ull hi queda reduït a un punt, el «punt de vista»; els raigs originats per l'ull i destinats als objectes del camp visual recorden inevitablement els «raigs visuals» de la perspectiva moderna; el conjunt dels raigs constitueix el conegut «con perspectiu» o «piràmide visual».

La hipòtesi pitagòrica de l'«extromissió» tingué una fortuna vastíssima, mil·lenària, gràcies sobretot a la versió que el segle III a.C. en donà Euclides, el més destacat partidari de la teoria dels raigs visuals. S'han conservat les seves obres *òptica* i *Catòptrica*, i recollim només de passada la difosa opinió que les atribueix a un escriptor homònim i divers de l'Euclides dels *Elements*: en qualsevol cas hi és evident la simplificació «matemàtica» o «geomètri-

ca» dels problemes de la visió. Els postulats de l'òptica euclidiana són d'una enorme importància:

«1' Els raigs emesos per l'ull tenen trajectòria rectilínia a través de grans distàncies per l'espai. 2' La figura compresa pels raigs visuals és un con que té per vèrtex l'ull i per base els termes de l'objecte vist. 3' Es veuen els objectes als quals arriben els raigs visuals. 4' No es veuen aquells objectes als quals no arriben els raigs visuals. 5' Els objectes que es veuen dintre angles més grans, apareixen més grans. 6' Els objectes que es veuen dintre angles més petits, apareixen més petits. 7' Els objectes que es veuen dintre angles iguals, apareixen iguals. 8' Els objectes que es veuen amb els raigs més alts, apareixen més alts. 9' Els objectes que es veuen amb els raigs més baixos, apareixen més baixos. 10' Els objectes que es veuen amb els raigs orientats a la dreta, apareixen a la dreta. 11' Els objectes que es veuen amb els raigs orientats a l'esquerra, apareixen a l'esquerra. 12' Els objectes que es veuen dintre més angles, es veuen més clarament. [13' Tots els raigs tenen la mateixa velocitat. 14' No es poden veure els objectes dintre un angle qualsevol].» (Euclides, òptica. Traduïm de la transcripció de Ronchi, 1983, 18)

Cal remarcar tres conceptes fonamentals inclosos en el primer postulat euclidià: el de «raig» com a direcció de la difusió de la llum, com a filet elemental de llum; el concepte que la llum difosa al llarg d'aquest raig és emesa per l'ull; i el concepte de la difusió rectilínia -que rebla en un postulat de la *Catòptrica*: «2' Tot allò que es veu, es veu segons una direcció rectilínia». Els complementa el postulat segon de la mateixa òptica sobre el «con visual», que a nosaltres interessa d'una manera molt especial perquè constitueix la veritable base de la perspectiva. Els postulats 3-4 són de contingut físico-fisiològic, els 5-11 de caire fisio-psicològic, i el 12 fisiològic. Els postulats 13 i 14 només apareixen en un text grec de l'obra, i encara entre parèntesi.

Amb els postulats 5-7 Euclides fonamenta el seu teorema VIII: «*Aequales et aequidistantes magnitudines inaequaliter ab oculo distantes non proportionaliter distantibus videntur*» -versió llatina fidel al text grec, que es pot traduir per «*Magnituds iguals i equidistants, però desigual-*

ment distants de l'ull, es veuen no proporcionalment a les distàncies». El teorema VIII, sobre el qual retornarem més endavant, fou «retocat» a causa d'«interpretacions perspectives» -almenys d'ençà de les traduccions de Johannes Pena al llatí («*Aequales magnitudines inaequaliter ab oculo distantes, non servant eandem rationem angulorum quam distantiarum*») (Paris, 1557), i del matemàtic Egnazio Danti a l'italià («*Grandezze uguali, inegualmente distanti dall'occhio, non osservano la medesima ragione negli angoli che nelle distantie*») (Firenze, 1573)-, i ha esdevingut famós en el debat «perspectiu» modern malgrat que Euclides no parla pas de com es «representen» les magnituds, sinó de com es «veuen» (cf Gioseffi, 1957, 17 i n 34, 25 i n 67; Maltese, 1981, 18-19; Panofsky, 1927, 107 i n 17; Vagnetti, 1979, 43-44).

En definitiva, els escrits òptics d'Euclides resulten essencialment dos llibres de geometria: dues aportacions, magnífiques, d'«òptica geomètrica» -bé que en alguns aspectes transcendí l'estricta geometria (cf Pirenne, 1970, 87). El seu valor excepcional, a més del fet que s'hi estableixin els fonaments de la perspectiva -i les lleis de la reflexió i de les imatges en els miralls plans i esfèrics-, resideix principalment en la seva creació del model geomètric de la llum. No es pensa encara en la «llum» com una entitat en si mateixa, i el model tampoc no contempla cap hipòtesi de caràcter físic, fisiològic o psicològic respecte a la llum, sinó que considera exclusivament els seus elements geomètrics, sintetitzats en l'estructura rectilínia del «raig visual». El model de llum com a raig rectilini mancat d'estructura física, simple i ideal, esdevé una abstracció matemàtica, tanmateix necessària i utilíssima per a la recerca o l'experimentació en un terreny que semblava impracticable.

Afegim només, en fi, que la creació euclidiana del model de «raig visual» es mantingué feconda durant quasi dos mil.lennis. Consta que van continuar-la, per exemple, Gemi-

nus (segle I d.C.), Heró d'Alexandria (segle I/II d.C.), Teó d'Alexandria (segle IV d.C.), Damianus -o bé Heliodor de Larissa?- (segle IV d.C.), Procle (segle V d.C.), etc. Entre els seus més conspicus seguidors caldria comptar-hi el gran Claudi Ptolemeu (segle II d.C.), que substituï el «con» perspectiu d'Euclides -format, com hem vist, pel conjunt dels raigs visuals i amb vèrtex a l'ull- per una «piràmide»; el fet tindria les seves repercussions en el llenguatge perspectiu renaixentista. El tall del con o piràmide visual, fonament de la perspectiva, fou conegut i regularment practicat, d'Euclides ençà, sobretot en la catòptrica: en la construcció geomètrica de la imatge especular, la piràmide virtual és «intersecada» per la superfície del mirall.

El predomini tan majoritari de l'«extromissió» i de l'«òptica geomètrica» d'Euclides deixà sense a penes seguici les altres teories proposades durant l'Antiguitat, a despit que fossin més sensibles a la problemàtica i a les dades físico-fisiològiques del fenomen visual. Van tenir escassa audiència, en primer lloc, les teories intermèdies o alternatives que havien estat defensades per Plató i per Aristòtil, però també l'opinió oposada a l'euclidiana, la de la «intromissió» propugnada pels atomistes -que fou agudament replantejada i aprofundida per Epicur (segles IV/III a.C.) i, sobretot, per Lucreci (segle I a.C.)-, i ja no parlem dels enfocaments del famós metge de Pèrgam Claudi Galè (segle II d.C.), gran estudiós de l'anatomia de l'ull i difusor aferrissat del criteri que, si es pretenia explicar la visió humana, no es podia reduir a un simple punt geomètric un òrgan tan complex com el de la vista.

Ara bé, el magre ressò que van obtenir no minva l'interès objectiu d'aquestes aportacions, i aquí hauriem de destacar-ne almenys una, que correspon a la versió de la teoria atomista dels simulacres defensada per Lucreci al *De rerum natura* (llibre IV). Es tracta de la idea, embrionària però molt important -fins i tot a despit de la seva indefinició en el llenguatge-, que les fonts lluminoses irradiaven

un quid anomenat *lumen*, constituït per una miriada de partícules menudíssimes i velocíssimes, i capaç no solament d'omplir tot l'espai sinó d'actuar sobre els ulls i de fer-los sentir dolor.

Al marge del breu esbós referit aquí sobre les aportacions del pensament antic, apuntem només que els estudis sobre la visió, anomenats «òptica» en grec, en llatí esdevingueren quasi sempre «perspectiva» -fins i tot el títol de l'*òptica* d'Euclides, en nombroses versions llatines fou traduït per *Perspectiva*. Retornarem de seguida amb algun detall més sobre aquesta significativa dada. (Ronchi, 1968a, 142-144 i 1983, 6-37. Cf Gioseffi, 1957, 16-21; id., 1963a, 278-279; Pedoe, 1976, 109-122; Pirenne, 1970, 86-88; Vagnetti, 1979, 109-128)

#### **Model fisiològic versus model geomètric**

Els estudiosos àrabs, i en especial Alkindi (813?-873?) i Alhazen (en àrab Ibn al-Haytam, 965-1039), donaren a les recerques d'òptica nous enfocaments i contribucions científiques fonamentals -en la línia físico-fisiològica de Galè i dels atomistes i epicuris com Lucreci. Alhazen remarcà la pura abstracció matemàtica -i per tant, la inexistència- dels raigs visuals, i els recusà. També, depurà genialment la teoria de la «intromissió»: assenyala que els «simulacres» de les coses no es contreuen per introduir-se a la pupil·la, ja que no calia considerar-los com un tot indivisible. Al contrari, els objectes vistos eren concebuts com a conjunts descomposables en una multitud d'elements petitíssims, cadascun dels quals enviava en totes direccions minúsculs simulacres «elementals», que podien penetrar per la pupil·la i que recomposaven ordenadament el simulacre del conjunt a l'interior de l'ull -a la superfície del cristal·lí, segons Alhazen, per tal d'obviar el problema de la inversió de la imatge; la mateixa dificultat fou silenciada quan experimentà amb la «cambra obscura».

Reprenqué el concepte euclidià de la «piràmide perspectiva», però capgirant-lo: el vèrtex se situava al centre de l'ull com a punt d'arribada dels raigs emesos pels objectes il·luminats. Alhazen també s'adonà de la intervenció determinant de la psique humana en la visió, no obstant la seva atenció preferent als aspectes físics i fisiològics del procés: en realitat podríem considerar-lo el veritable fundador de l'«òptica fisiològica». Hem de reconèixer-li, en tot cas, entre tantes d'altres aportacions, que establís que l'ull funcionava sota l'acció d'un agent extern, inductor de la forma i dels colors de l'objecte observat.

Els estudis d'Alhazen es difongueren amb molta lentitud per l'occident europeu. Les tensions polítiques i religioses entre els ambients cristians i els islàmics sovint amalgamaven les simples qüestions científiques i filosòfiques amb àrdues connotacions polítiques, però la comunicació cultural esdevenia poc fluent sobretot per causa de les barreres lingüístiques, per les dificultats de comprensió de l'àrab, d'una banda, i del llatí, de l'altra. Així i tot, malgrat que les obres d'Alhazen tinguessin escassa circulació directa per l'Europa cristiana en uns pocs exemplars manuscrits -la seva òptica fou traduïda al llatí per Gerardo da Cremona vers 1165-, cal recordar que la tan difosa compilació del monjo polac del segle XIII Vitellio o Witelo, *Perspectiva* (ed. princ., Nüremberg, 1535), no és altra cosa que un recull de les idees òptiques dels estudiosos àrabs; els deu llibres que integren el seu volum es podrien considerar una paràfrasi dels escrits d'Alhazen -de fet ho són, tot i que no s'hi esmenta el nom.

Es pot dir, per tant, que les seves idees, i en particular la contundent demostració de la inexistència dels «raigs visuals» i la viva defensa de la teoria de la «intromissió», foren una llavor decisiva per a la transformació de les concepcions òptiques en els centres culturals més dinàmics de l'Europa medieval. Foren el punt de partença de Kepler, encara: el mateix títol *Ad Vitellionem Paralipomena*

presenta el seu famós escrit de 1604 com «afegits» o «addicions» («*Paralipomena*») per ampliar i completar allò que Vitel·lió-Alhazen haurien omès.

La contribució científica àrab d'una «òptica fisiològica» desmuntà la teoria de l'«extromissió», com s'ha dit, però durant molt de temps sobrevisqué encara no solament la concepció dels «raigs visuals» sinó també la ja superada per Alhazen dels «simulacres» -o *species*- unitaris i contrets, en comptes de descomposats. Per la seva banda, la mateixa «òptica geomètrica» euclidiana es consolidava com una construcció especulativa autònoma, d'interès per si mateix com a doctrina de caràcter abstracte i matemàtic més que no pas estrictament òptic. Però no obstant el replegament de la directriu «geomètrica» dels estudis sobre la visió, tampoc ara no s'imposà l'enfocament «fisiològic» a causa de la interferència d'una tercera directriu: la «metafísica» o «filosòfica».

#### ***Lumen i lux: llum física, llum metafísica***

En efecte, la conspícua influència que van exercir filòsofs àrabs com Avicenna (980-1037) i Averrois (1126-1198) -que s'interessaren per l'òptica però s'ocuparen exclusivament dels aspectes psicològics del mecanisme visual, sense «rebaixar-se» a considerar els altres, o encara minimitzant-los-, d'una banda; i de l'altra, i molt especialment, el mateix vigor i abast de la represa cultural de l'occident cristià propiciada i acomboiada per molts sectors de l'Església -que portà a la recuperació i difusió de nombrosos textos dels filòsofs clàssics del món greco-romà, i en primer lloc d'Aristòtil-, conformaren l'aparició en el segle XIII d'un esponent conjunt d'estudis sobre el mil·lenari problema de la visió, ara en llatí convertit en «*perspectiva*».

Com ha mostrat Francesca Salvemini (1984, 221-231) el terme llatí «*perspectiva*» apareix per primera vegada -que se sàpiga- a mitjans del segle XII, en un pas de la versió

dels *Secondi Analytici* d'Aristòtil autògrafa de Giacomo Greco da Venezia. És la traducció més antiga que es coneix, i probablement és també la primera que es féu. De la suposada versió de Severí Boeci (c. 480-c. 525), tantes vegades citada en la bibliografia sobre perspectiva, no se'n conserva cap testimoni documental i es tracta d'una confusió. L'error és molt antic: es remunta al segle XVI i prové de les nombroses edicions impreses de l'esmentada traducció de Giacomo Greco, que equivocadament són atribuïdes a Boeci. La proposició d'Aristòtil que fa al cas deia: «*Ni tan sols una ciència no pot ser provada mitjançant una altra ciència, excepte quan la relació és tal que l'una sigui subordinada a l'altra, com l'òptica (tà optikà) a la geometria, i l'harmonia a l'aritmètica*». Giacomo Greco traduí: «*[...] Sic se habet ad invicem, ut quod alterum sit sub altero; ut perspectiva ad geometriam et consonantia ad arithmetica*» (cf Salvemini, 1984, 221-222 i n 2-3).

Més enllà de la digressió terminològica, s'hauria de destacar sobretot que la formació filosòfica de trasfons metafísic i teològic de la major part dels pensadors eclesiàstics medievals decantà el tractament del tema, tanmateix enriquit amb l'aportació àrab, cap a vessants inèdits. Es partí de la teoria dels «simulacres» o *species*, ara novament afinada però també desproveïda de bona part del «materialisme» que l'havia caracteritzada en les propostes anteriors, i, en paral·lel a la metamorfosi conceptual del model o directriu -esdevinguda filosòfico-teològica-, aparegué igualment una nova terminologia.

La claror vista en la superfície dels cossos radiants -lluminosos o il·luminats- es considerava quelcom que els era inherent, com el color, i es començà a parlar de *lux* i de *color*; el quid emès pels cossos i que amb trajectòries rectilínies penetrava als ulls produint-hi la visió, es tenia per la *species* de la *lux* i s'anomenà *lumen*. L'acte de la visió, doncs, es realitzava per l'acció del *lumen* en la sen-



sitivitat visual de l'ull, l'efecte del qual en la psique era la *lux*: sobre això hi havia molt poques discussions.

Foren problemes vivament debatuts, en canvi, el de la naturalesa de la *lux* -que primer es tendia a identificar amb Déu mateix, i després es qualificà d'emanació divina, per acabar dubtant si era una entitat espiritual o material, amb reflexions que donaren lloc a una veritable «metafísica de la llum»-, i el de la naturalesa del *lumen* i de les *species*, a propòsit de les quals s'intensificà la polèmica sobre si es tractava de «substàncies», d'«accidents» o només de «qualitats». El nucli central i més original de l'especulació i del debat se centrà en aquest tipus de qüestions.

En definitiva, les noves reflexions òptiques es van convertir, pràcticament, en un capítol de la teologia o si més no de la metafísica -tot i que, alhora, es compilava o recollia la reflexió òptica de la tradició psico-fisiològica àrab- en l'obra de pensadors com Robert Grosseteste (1175-1253), bisbe de Lincoln, el filòsof franciscà Roger Bacon (1214-1294), el ja esmentat monjo polonès Witelo (entorn 1220-1314?), l'arquebisbe de Canterbury John Peckham (1220-1292), Sant Bonaventura de Viterbo (1221-1274), Sant Tomàs d'Aquino (1227-1274), Nicolau d'Oresme, bisbe de Lisieux († 1382)...

Però convé assenyalar, en conclusió, que s'havia establert com a indiscutible l'existència d'un *lumen* físic generat pel sol o per les flames i capaç d'il·luminar els cossos fent-ne emetre les *species*, capaç d'impressionar els ulls humans -fins a la sensació de dolor- i de deixar-hi una impressió duradora... Un cop a l'ull, des de la retina fluïa alguna cosa pel nervi òptic vers el cervell, on la psique havia de crear les figures vistes en el lloc on eren vistes i amb la forma i els colors portats per les seves *species*. Aquestes figures eren la *lux*, vista com a creada per la psique. (Ronchi, 1968a, 145-148 i 1983, 41-71, 80, 302-303. Cf

Federici Vescovini, 1965; Salvemini, 1984, 221-231; Vagnetti, 1979, 155-174)

*De «perspectiva naturalis»  
a «perspectiva artificialis»*

S'ha parlat de tres línies o directrius històriques a propòsit de l'estudi de la visió: la «geomètrica», la «físico-fisiològica» i la «filosòfica». No serà ociós recordar que cap d'aquests models mai no havien perseguit cap altra finalitat -ni van conduir-hi- que l'estricta coneixement de la visió humana: un coneixement teòric o «desinteressat», per dir-ho aristotèlicament. Com corresponia a les «arts liberals», mai no s'havia contemplat cap aplicació de les dades òptiques a objectius «pràctics» o «mecànics». Els filòsofs -els qui en la cultura medieval s'ocupaven d'òptica, en definitiva- estudiaven els textos d'«autoritats» i es decantaven per un model o per un aspecte o altre de la ciència de la visió, però sempre al marge d'expectatives «utilitàries». Concretament, al marge de cap preocupació per formular un sistema que fos operatiu per a la representació artística -la qual era un treball de pintors i d'altres artesans, no pas una dedicació d'«intel.lectuals».

Fou també «desinteressadament», doncs, que en els segles XIII i XIV s'anà imposant entre els òptics la preferència per les qüestions físico-matemàtiques i experimentals, en el context més general de l'evolució de la filosofia cap a posicions «naturalistes». Es van abandonar els vells ideals aristotèlics i teològics que fonamentaven la visió en una metafísica de la llum, a favor d'una concepció francament empírica: l'òptica esdevenia una disciplina física, que descrivia en termes matemàtics els fenòmens lluminosos naturals, celestes i terrestres, i per tant també els humans. En fi, esdevenia una ciència de la visió humana comuna («*perspectiva communis*»), una ciència natural, física, experimental, ja ben allunyada del seu escambell metafísic.

En aquest nou context naturalista, no és estrany que proliferessin de manera extraordinària els comentaris al famós text euclidià d'òptica geomètrica, i també els reculls de *Quaestiones perspectivae* de comentaristes d'Alhazen, de Pecham i de Vitellio.

L'estudiós més destacat de l'època, segurament, i qui portà a la seva maduresa el procés d'enfocament físic-matemàtic i experimental de la visió fou Biagio Pelacani da Parma († 1416). Les seves *Quaestiones perspectivae* van tenir una formidable difusió no solament entre els seus contemporanis, sinó sobretot en el segle XV, amb posterioritat a la seva mort. Graziella Federici Vescovini (1965, 242-243 i n 4; cf *ibid.*, 239-272) ha considerat la sorprenent fortuna quatrecentista de les *Quaestiones* de Pelacani -documentada pels nombrosos manuscrits sobreviscuts, datats entre 1428 i 1469-, i n'ha remarcat la coincidència amb les «taules perspectives» de Brunelleschi i amb el tractat *De Pictura* d'Alberti.

Aquí convé subratllar aquesta «coincidència» perquè, com ja suggereix la Federici Vescovini, en moments en què les recerques dels artistes a propòsit de la representació perspectiva eren a l'ordre del dia -cal precisar: les recerques d'un mètode de representació amb «regola», «científic», acordat als mateixos principis de la naturalesa-, qualsevol tractat que semblés donar raó dels problemes visuals es revestia d'un especial interès per a molts. La «coincidència» sembla respondre a connexions concretes, doncs, que es podrien resumir amb els mateixos termes de la conclusió de la Federici Vescovini (*ibid.*, 271-272): «La justificació de la pintura com a ciència segurament es basa en una prioritització de la visió i de la vista -com a operació sensible i racional alhora- que mostra correspondències sorprenents amb la teoria matemàtico-experimental de la perspectiva del segle XV».

Fos quin fos l'abast d'aquestes connexions, i a desgrat que els filòsofs experts en «visió» no s'ocupessin

de qüestions de «representació», en tot cas a partir del segle XV comencem a trobar artistes interessats per temes d'òptica -o sigui, de «*perspectiva*» o «*perspectiva communis*»-, òbviament en funció de la representació gràfica. Comença, així, un episodi nou i insòlit en la història de l'òptica, i encara que des de l'estricta disciplina resulti una bifurcació científicament marginal o de poca transcendència, en canvi des de la història de l'art marca els orígens del canvi fonamental que estudiem, i per això és obligat de dedicar-hi una atenció suplementària.

De primer antuvi, l'episodi comporta, significativament, un desplaçament semàntic del terme ja secular de «*perspectiva*». El fet és que, en els ambients artístics italians del Quattrocento -començant per Florència-, es congrià una «*perspectiva*» que ja no era pas identificable amb la tradicional «ciència de la visió» dels filòsofs: consistia en una «ciència de la representació» per a pintors, l'explicació de la qual, tanmateix, es basava en dades que els estudis d'òptica havien establert (detalls significatius d'aquest canvi es trobaran a Klein, 1961a, 251-256). En italià s'anomenà també «*prospettiva*», forma que hi esdevingué progressivament dominant, però en l'«universal» llatí -quan la conspícua fama del mètode gràfic n'havia determinat la difusió europea- també adoptà el nom compost de «*perspectiva artificialis*», que apareix per escrit per primera vegada en els tractats de Pomponio Gaurico, *De Sculptura* (Firenze, 1504) i de Jean Pélerin Viator, *De artificiali perspectiva* (Toul, 1505).

El terme «*perspectiva artificialis*» al·ludia clarament al seu caràcter de representació d'imatges visuals, d'artifici gràfic relacionat amb la ciència òptica. Aleshores, i simètricament, l'òptica s'hagué de distingir del mètode gràfic afegint la precisió de «natural»: «*perspectiva naturalis*» -o també el ja consolidat de «*perspectiva communis*» (cf Salvemini, 1984, 222-223 i n 4-7). Amb tot, la major «popularitat» de l'accepció artística durant el segle

XVI en les diverses llengües europees acabà normalitzant i reservant el nom de «*perspectiva*», sense adjectiu, per a la «ciència de la representació». Per la seva banda, la «ciència de la visió» -«*tà optikà*», «*perspectiva*», «*perspectiva naturalis/communis*»- en el segle XVII repregué del grec una nova denominació, la d'«*Optica*», vigent fins avui.

La *perspectiva* dels pintors es podia presentar, per tant, com una ciència de la visió aplicada a la representació, i certament el mètode artístic estava relacionat amb l'òptica en la mesura en què la seva justificació teòrica s'havia basat en principis òptics -d'òptica geomètrica o, com s'ha dit, matemàtico-experimental. Malgrat això, s'ha d'insistir que la *perspectiva artificialis* no fou una descoberta dels òptics -dels «filòsofs»-, sinó dels artistes. I dels artistes, encara, no pas perquè Brunelleschi i Alberti, posem per cas, es limitessin a traduir *a priori* un mètode geomètric òptic en un mètode geomètric pictòric, o perquè deduïssin directament i de primer antuvi de la teoria òptica un mètode de construcció de la imatge -perquè reduïssin Euclides a fórmules figuratives-, sinó més aviat al revés, a partir d'experiments. D'«experiments», naturalment, en el sentit pre-modern d'«experiències» o «experimentacions» (cf Alpers, 1983, 160-161). El 1413 Brunelleschi era qualificat de «*prespettivo, ingegnoso uomo*» (Tanturli, 1976, 279 n 13; id., 1980, 125), i vers 1461/64 Filarete recorda un parell de vegades que Brunelleschi trobà les «*ragioni*» de la perspectiva experimentant amb miralls (cf Filarete/Finoli-Grassi, 1972, 653 i 657).

La «*invenzione*», potser d'entorn 1420, del sistema perspectiu -d'allò que el 1504 Gaurico i el 1505 Viator anomenarien «*perspectiva artificialis*»- degué partir dels procediments gràfics «artesans» que els pintors aplicaven habitualment (cf Klein, 1961a, 252-297, esp. 287-288). Mitjançant experimentacions i càlculs amb miralls, vidre, retícules o «*veli*» i cambres òptiques -al capdavant observacions i anàlisis empíriques integrables en el context dels ensenya-

ments de Biagio Pelacani i dels òptics trescentistes-, s'aconseguí de transformar les fórmules artesanes i derivar-ne un mètode gràfic idoni, que «corresponia» amb la visió. Un mètode que, si hem de creure Gombrich (1972, 129-149), permetia calcular per primera vegada, amb tota correspondència i des de qualsevol posició, la superposició dels diferents objectes en el nostre camp visual.

L'explícita justificació òptico-geomètrica de la «*invenzione*» i el seu propi desenvolupament van tenir lloc a continuació i per passos, però en tot cas iniciaren de seguida. La consciència teòrica que era implícita i latent en els experiments ja apareix ben inequívoca per escrit en el *De pictura* d'Alberti (1435), en el qual la primera i encara rudimentària explicació de la construcció perspectiva és fonamentada i argumentada amb principis òptics. Amb tot, la plena demostració matemàtica d'alguna dada -com el principi del punt de fuga- no es resoldria fins ben bé al cap d'un segle i mig més tard. Insistim en les mateixes idees sobre el procés de la «*invenció*» amb unes precisions de Francesca Salvemini (1984, 223, n 7) respecte al paper que pogué tenir-hi Brunelleschi:

*«Brunelleschi non applicò la teoria ottica euclidea ai problemi della rappresentazione grafica. Non poteva farlo perché il metodo euclideo di per sé già poneva il problema della visione in termini grafico-geometrici. Egli riscontrò nel procedimento dell'artista un metodo empirico che si avvicinava più alla "perspectiva communis" che all'ottica antica euclidea, ormai filologicamente nota [...] Brunelleschi, se ebbe sentore di un antico metodo [tardoellenistico], non dovette trovarne rispondenza con la teoria ottico-geometrica euclidea, per lo meno con quella sopravvissuta. L'originalità della sua sintesi, perciò, riposava in questo ragionamento: se la vista in profondità distingue, proporzionalmente alla loro distanza effettiva, più superfici di diverse dimensioni, che appaiano disposte su un unico piano, qualsiasi riduzione in scala dei loro rapporti apparenti sul piano, è equivalente alle proporzioni reali della veduta. Osservazione di per sé tutt'altro che contraddittoria con l'ottica medievale e che solo parzialmente contraddiceva l'ottica euclidea. L'apertura, a Firenze, dei circoli aristotelici e agostiniani agli artisti può certo aver favorito la sua intuizione [di una corrispondenza fra metodo geome-*

*trico ottico, già topograficamente efficace, e metodo geometrico pittorico, basato sulla proporzionalità. Il che nulla toglie al procedimento empirico già tentato in pittura e che, indubbiamente, servì al Brunelleschi. Di fatto, la sua invenzione visualizzò graficamente l'incontro di due rette parallele all'infinito. Se fu ditorta, comunque anticipò un principio matematico-geometrico dimostrato scientificamente ben più di un secolo dopo.»*

El sobtat interès dels artistes per l'experimentació i el coneixement òptics s'ha de relacionar amb l'aparició d'altres interessos seus més generals, tant a propòsit de la representació visual com de la racionalització de tota l'operació artística. Ja s'ha dit que molts pintors i enters cicles artístics s'havien preocupat molt poc o gens per la correspondència «òptica» de les seves representacions, i que, en conseqüència, mai no s'havien plantejat d'investigar i incidir en els mecanismes d'acord amb els quals, escampant d'una certa manera certes substàncies sobre la superfície d'una taula -o mur, o tela-, les persones que després miraven aquelles superfícies hi veien figures, paisatges, cases, animals i objectes que en realitat no hi eren. Però també notàvem que d'altres pintors i cicles artístics, en canvi, sí que s'hi havien interessat. Alguns sectors d'aquests -els que, a més, aspiraven a una racionalització de les arts en el sentit que propugnava l'humanisme quatrecentista italià- van considerar com a pròpia la funció de cercar solucions per obtenir una correspondència òptica plausible, científicament exacta, de les seves representacions del món real.

«Científicament exacta» en les seves expectatives, en la seva intenció i en la seva noció de «ciència», s'entén, com també s'ha d'entendre «món real» d'acord amb les seves concepcions. Al.ludirem a això més endavant, i ara ens limitem a consignar la pressuposició generalitzada que el món real vist tenia entitat i existència autònoma al marge de l'observador. És per això que les diferències de percepció i de visió forçosament constatables entre els individus s'havien considerat des de sempre «errors» o «defectes» vi-

suals (per exemple, cf Parronchi, 1964, 37-47): els tractats d'òptica i de *perspectiva* fins al segle XVII -si més no fins al tomb que Kepler donà al problema (cf Alpers, 1983, 72-73)- estan farcits de llargues consideracions sobre les «*deceptiones visus*», les «il.lusions òptiques» o els «enganys de la vista», al costat de l'estudi de la visió i dels fenòmens òptics aleshores coneguts. Tornarem al tema de les «il.lusions» en un altre context: aquí tan sols es vol indicar que el desacord entre les «escoles» no provenia pas del fet -de la certesa- que la vista «s'equivoca molt» o que «s'equivoca molt sovint», sinó de la localització de la fase en la qual es produïa l'error. Uns, per exemple els epicuris, consideraven infal.lible el mecanisme fisiològic dels sentits i acusaven a la psique/ànima de tots els «enganys» en la interpretació de les dades, i per tant en el «discerniment de les coses veritables». Altres, per exemple els platònics, que tenien l'ànima per infal.lible, atribuïen als «enganyosos» sentits la responsabilitat de tots els errors... Al capdavall, un difús escepticisme a propòsit de l'absoluta fiabilitat de les dades visuals generà el tòpic consell que calia confirmar sempre amb el tacte allò que només es coneixia pel sentit de la vista.

La voluntat d'estalviar-se aquests errors i d'obtenir representacions amb exacta correspondència òptica confluï i s'intensificà amb altres estímuls provinents d'altres sectors de la cultura social italiana, i en primer lloc amb les ja esmentades concepcions humanístiques que plantejaven una re-fundació de les arts sobre principis genuïns -o sigui, científics en el sentit més ampli del complex de coneixements «liberals». En la ciència, i encara millor si ens transmetia la tradició «antiga», es podrien trobar les «veritats» que havien de permetre als pintors representacions genuïnes, «racionalitzades» i sense enganys. En tot cas, si es pretenien «vistes» pictòriques, que traduïssin verídica-ment -«*dai primi principi della natura*», diu Alberti (Alberti/Grayson, 1973, 10)- les mateixes imatges del món que ens



n'oferia la visió directa, semblava descomptada la direcció de les recerques: la ciència òptica o *perspectiva*.

La reconstrucció del procés visual humà, resseguint els passos amb què la llum converteix els objectes de la realitat en imatges a l'interior del nostre ull... seria inicialment intentada pels artistes a la «seva» manera, com s'ha dit. O sigui, no pas pel camí especulatiu dels «filòsofs», sinó sotmetent els propis procediments de representació a comprovacions òptiques empíriques, mitjançant mesures i experiments amb artificis òptico-mecànics: la «cambra obscura», els vels o retícules, els vidres, els miralls..., que tanmateix comportaven més o menys implícita la guia d'un cert complex d'idees -d'una certa «teoria»- sobre les imatges naturals. Un cop «trobat» el procediment «perspectiu», aleshores sí que vingué la *ratio* especulativa, ja ben explícita: l'anàlisi i la gradual fonamentació geomètrica -i els desenvolupaments gràfics, també- del mètode descobert.

Amb tot, la curiositat i el gust pels artefactes i experiments òptics com a «lloc» de recerca visual/gràfica continuaria encara molt de temps. A més de les «taules perspectives» de Brunelleschi, emblemàtiques de l'obscur moment de la «invenció» (cf Manetti/De Robertis-Tanturli, 1976, 57-60), recordem el «velo» albertià, també consignat per Filarete entre tants d'altres (cf Alberti/Grayson, 1973, 54-56; Filarete/Grassi-Finoli, 1972, 677), o el «finestró» i l'«instrument de Keser» de Dürer (Dürer/Strauss, 1972, 310-313; cf Garriga, 1983, 527-533), o les mateixes manipulacions d'Alberti amb la «cambra obscura» (cf Alberti/Grayson, 1973, xxxvi) -ja coneguda per Alhazen, Roger Bacon i tants òptics més. Amb la cambra obscura experimentaren igualment des d'artistes com Leonardo -potser el més convençut, i convincent, de tots els «experimentalistes» de l'època-, el qual hi observava analogies i diferències amb les imatges de l'ull humà, fins a diletants com Daniele Barbaro, que hi aplicava lents d'enfocament de les imatges.

Insistim un cop més que la fonamentació teòrica de la «invenció» s'anà elaborant progressivament, però ja des de la primera explicació -el text albertià de 1435, tan sovint recordat- es fa explícita la consciència òptica que en els experiments, tanmateix, era present almenys de forma implícita, si hem d'atenir-nos a les notícies transmeses per la documentació. La teoria òptica amb què s'emmarcà globalment la construcció perspectiva -i la mateixa imatge pictòrica- respon a una vulgarització de la tractadística medieval a l'ús, que transmetia l'obra tant dels mestres àrabs Alkindi i Alhazen com d'Euclides o de comentaristes de la seva òptica, com de Pelacani i les seves *Quaestiones perspectivae*, entre d'altres autors (cf Alberti/Grayson, 1973, xxxiii-xxxv; Federici Vescovini, 1965, 224, 242). En tot cas, el model o directriu que impregna el planteig teòric concret de la *perspectiva artificialis* és el geomètric d'arrel euclidiana -tal vegada en versions més o menys mediatas de «*perspectiva communis*», de primer antuvi-, que en el futur ja hi quedaria directament associat.

El model geomètric resulta coherent no només amb el tipus de coneixements que ofería l'estat de la ciència òptica en aquell moment històric, sinó amb els mateixos objectius artístics i les seves exigències gràfiques: l'obtenció d'imatges assimilables a les visuals, que a més reclamava representacions practicables, resoltes amb simplicitat operativa. El model de l'òptica «físico-fisiològica», tan atenta als factors de complexitat del procés visual i a la seva casuística, i encara més el model «filosòfico-teològic» centrat en la psicologia de la visió i en la metafísica de la llum, haurien barrat el pas a qualsevol intent de reducció del mecanisme òptic a esquemes senzills, i per tant no haurien servit el suport teòric que calia als artistes. Ells, de fet, van trobar-lo en el model «geomètric».

En efecte, l'«òptica geomètrica», amb la seva dràstica esquematització dels mecanismes visuals -reduïts a simples abstraccions matemàtiques-, sí que era fàcilment

operativa i que es prestava a fonamentar estructures constructives per a imatges, a argumentar en concret la projecció sobre una superfície de les figures de l'espai tridimensional. El *De prospectiva pingendi* (1472/1475) de Piero della Francesca en serveix un exemple primerenc i diàfan. Així, es prolongaren a efectes gràfics les velles teories euclidianes dels «raigs visuals», de la «piràmide visual», del «punt de vista», etc., i es culminà la noció d'«intersecció». Pot il·lustrar la intensitat de la simplificació del fenomen visual subjacent en les justificacions teòriques i en el mateix descobriment de la *perspectiva artificialis* - per a un observador d'avui, si més no - el fet que tot hi quedava reduït a la seva estricta substància geomètrica i, encara, que només s'inclouïa allò que tenia un interès positiu i directe per a la representació: es prescindia de la binocularitat, dels moviments oculars de rotació i de translació, de l'acomodació i de la convergència, de la diferenciada nitidesa i de la regeneració retíniques, del procés neuro-fisiològic i cerebral que mou i combina el conjunt per a la formar-ne la visió...

Hem insistit a bastament a assenyalar que la iniciativa i el pes principal de la troballa d'esquemes figuratius de base òptica i la seva justificació teòrica corresponent foren duts a terme per artistes -per artistes italians: la tractadística nòrdica seguí un camí divers, com es dirà i no pas per òptics. No fou obra dels «filòsofs» o científics, sinó dels artistes, el protagonisme en la invenció, en la teorització i en els desenrotllaments posteriors i gràficament més creatius de la perspectiva pictòrica: des dels primerencs plantejaments «lineals» fins a la «perspectiva aèria» i a les observacions sobre «proporcions visuals» o a les «anamorfosis», a la consciència dels límits del mètode i a la seva consolidació tractadística..., en un arc cronològic que comprèn a grans trets els segles XV i XVI.

Podríem considerar-lo un procés culminat, emblemàticament, amb l'aparició de l'obra *Le due regole della pros-*

*pettiva pratica* (Roma, 1583), redactada per Jacopo Barozzi da Vignola entre 1530 i 1545 però publicada pòstuma el 1583 amb magnífics comentaris matemàtics d'Egnazio Danti. En endavant, decau vertiginosament la curiositat dels mateixos artistes per la problemàtica teòrica vinculada a la perspectiva, i es limiten a la rutinària assimilació del seu nucli geomètric elemental, ja fossilitzat per la tractadística «acadèmica». Llevat d'algunes incursions en la «cambra obscura» -més d'aplicació que de recerca-, se cenyeixen al seu paper de creadors d'imatges: s'acontenten amb l'usdefruit del magnífic llegat perspectiu de les generacions anteriors, suficient per a les seves necessitats pràctiques més habituals.

Però no obstant això no s'estroncà pas el camí de la «perspectiva geomètrica» encetat pels artistes del Quatre i del Cinc-cents. En simetria amb el lògic desinterès dels pintors envers uns estudis geomètrics al sostre «pràctic» dels quals ja s'havia arribat, emergí l'interès formidable d'un nou sector d'estudiosos, els matemàtics, que van prendre el relleu de les investigacions perspectives a partir d'on els artistes les havien abandonat i atrets justament per allò que els artistes havien abandonat: l'entitat neta-ment abstracta de les especulacions sobre la construcció perspectiva, sense cap utilitat artística ulterior -almenys que fos previsible.

Així, els dispositius de la perspectiva artificial ideats per embridar amb «objectivitat» la subjectivitat de la visió, per tal de representar «objectivament» un món tri-dimensional sobre les superfícies, foren, al seu torn, el punt de partença per a una ciència de la representació decididament abstracta. La intenció del nou àmbit de recerca consistia només a perfeccionar i sistematitzar els raonaments matemàtics i geomètrics dels dispositius de representació perspectiva i dels seus resultats, prescindint de tots els problemes de caràcter físic, fisiològic i psicològic connectats amb la visió, així com dels simples i recurrents

problemes de la representació artística habitual. Fites importants d'aquests estudis són la publicació del *Commentarius* de Federico Commandino (Venezia, 1558), i la del seu deixeble Guidubaldo Burbon del Monte, *Perspectivae Libri Sex* (Pesaro, 1600). La derivació natural de la disciplina culminava el segle XVIII amb la «geometria descriptiva», que significava la fase final dels estudis de la representació «científica» amb base en l'òptica geomètrica; l'obra fundacional i definitiva, en aquest sentit, fou la *Geometrie descriptive* (Paris, 1798), de Gaspard Monge (1746-1818). (cf Ronchi, 1968a, 149-151; Sinisgalli, 1978, 83-122; Vagnetti, 1979, 296-299, 302-305, 433-435)

#### **La naturalesa de la llum**

Mentrestant, arran del nou clima filosòfic i científic congriat en el segle XVII amb ritme progressivament accelerat, els estudis d'òptica que consideraven primordialment la problemàtica física i fisiològica de la visió -sense refusar, tanmateix, algunes observacions valuoses d'ascendència òptica geomètrica- van tenir cada cop més cultivadors, alguns d'influència determinant en l'evolució, les direccions i canvis de paradigma de la recerca i, en definitiva, en el progrés de la disciplina. No és pas el lloc, aquí, per a descriure el detall de les seves aportacions des dels segles XVI i XVII fins avui, però esmentem almenys el nom d'alguns dels més destacats òptics o físics, veritables artífexs de les concepcions actuals sobre el fenomen de la llum, el color i la visió, i al capdavant sobre la nostra consciència del món exterior, sobre la nostra percepció visual d'allò que anomenem el «món real»: Francesco Maurolico (1494-1575), Giovanni Battista della Porta (1535-1615), Johann Kepler (1571-1630), René Descartes (1596-1650), Pierre Fermat (1608-1665), Francesco Maria Grimaldi (1618-1663), Robert Hooke (1635-1703), Christian Huygens (1629-1695), Isaac Newton (1642-1726), Pierre Bouguer (1698-1758), Leonhard Euler (1707-1783), Ruggero Giuseppe Boscovich (1711-

1787), Frederik William Herschel (1738-1822), William Hyde Wollaston (1766-1828), Etienne Louis Malus (1775-1812), Thomas Young (1773-1829), Agustin Jean Fresnel (1788-1827), Hermann Grassmann (1809-1877), Hermann Ludwig Helmholtz (1821-1894), James Clarck Maxwell (1831-1879), Heinrich Rudolph Hertz (1857-1894), Albert Einstein (1879-1955), etc. (cf Ronchi, 1983, 82-285)

Després que Kepler hagués donat la clau del mecanisme de la visió, es pogué afrontar plenament el problema de la naturalesa de la llum -*lumen* i *lux*. La *lux* s'entenia tothora com un fenomen psíquic, clos en el reducte misteriós de la psique, mentre que el *lumen* ara esdevenia un fenomen físic, bé que només parcialment definit. Ambdós fenòmens estaven connectats per l'ull, el factor fisiològic necessari per passar del *lumen* a la *lux*. Recordem novament que segons això la «visió» resultava un procés múltiple: involucrava un element físic extern o *lumen*, un òrgan fisiològic, l'ull, i una entitat desconeguda però imprescindible com a creadora de la *lux*, la psique.

Els estudis sobre la naturalesa de la llum, que constitueixen un dels capítols més interessants de la història de la ciència en els tres darrers segles, han estat marcats des dels seus inicis pel debat entre dues teories oposades: la «corpúscular» de Newton i l'«ondulatòria» d'Huygens. Per a Newton la llum consistia en una sèrie de partícules o corpúsculs, mentre que Huygens considerava que eren vibracions, com ones produïdes pel contacte entre petites esferes que es desplaçaven en totes direccions a través d'un medi omnipresent anomenat «éter». De primer prevalgué el model newtonià, i en un segon moment -el segle passat- l'ondulatori, però a començaments del segle XX es posà en evidència que el model de les ones tampoc no podia explicar tots els fenòmens de la llum, i actualment -en especial des de les aportacions d'Einstein- se sol considerar que la llum està formada tant per ones com per corpúsculs.

La teoria inicialment predominant concebia el *lumen* com a corpúsculs materials, no obstant la demostració de Francesco M. Grimaldi que els colors eren una modificació del *lumen*, perquè prevalgué la nova idea de Newton segons la qual els colors serien només l'efecte fisio-psicològic de l'acció de la diversitat de massa de corpúsculs sobre l'ull de l'observador. Cal tenir present que fou Newton l'autor del sensacional descobriment que la llum blanca està integrada per tots els colors de l'espectre: descomposà amb un prisma un raig de llum solar, obtenint-ne l'espectre cromàtic en un ventall de desviacions amb angles lleugerament diferents segons els colors, i amb un segon prisma recomposà de nou el ventall restituint-lo a la llum blanca inicial -i ara té poca importància que ell segmentés aleatòriament la continuïtat de l'espectre cromàtic en set colors, i justament set. En fi, el pes majoritari de l'opinió pública a favor de les hipòtesis i experiments vinculats a la concepció newtoniana, afegit a l'enorme predicament que tingué la «filosofia natural» en els segles XVII i XVIII, van desplaçar l'atenció dels científics cap al *lumen*, traduït a les llengües modernes per *light*, *licht*, *lumière*, *luce*, *luz*..., simplement «llum», sense la valuosa distinció medieval: i ja no es parlà més de la *lux*.

El 1802/4, T. Young, reprenent observacions de Grimaldi i d'Huygens silenciades pel predomini de la teoria newtoniana, oposà al model corpuscular de la llum el model ondulatori, que vint anys més tard A. Fresnel confirmaria amb demostracions irrefutables: calia considerar la llum com a formada no pas per corpúsculs materials, sinó per ones de diversa longitud -el paràmetre característic de les ones-, segons els colors de l'espectre; per al vermell, ones de  $0,8/0,7 \mu$  ( $\mu$  = micró: una mil.lèssima de mil.límetre) de longitud, per al groc d'uns  $0,6 \mu$ , per al verd encara menys, fins al violat, que tenia longituds d'ona de  $0,4 \mu$ . O sigui, cada diferent to de color de l'espectre newtonià respon a

una diversa longitud d'ona de la radiació lluminosa -cosa que Newton ignorava.

Ara bé, també es descobrí que, a més de les ones amb longituds compreses entre 0,4 i 0,8  $\mu$  -o més exactament, entre 0,38 i 0,76  $\mu$ , sovint expressats com 3.800-7.600 Å (àngstrom)-, les quals tenien la facultat d'impressionar l'ull, existien moltíssimes altres ones més i de la mateixa naturalesa però sense cap efecte sobre l'ull humà, tant pel cantó superior de l'espectre visible («infraroig») com per l'inferior («ultraviolat»), des de les ones hertzianes que poden atènyer kilòmetres de longitud fins als raigs X i als raigs  $\gamma$ , que són «ones» amb longituds petitíssimes, de milionèssims de mil.límetre. Entorn de 1900 es reconegué que en realitat totes les ones formaven part d'un mateix fenomen, la naturalesa del qual era de mal definir amb el model ondulatori, i s'optà pel model electromagnètic. Així, es veié que la llum -el vell *lumen*- no era si no una forma de transmissió de l'energia, un dels mecanismes fonamentals de l'Univers: que consistia en radiacions o energia radiant, difosa en l'espai per ones esfèriques concèntriques d'elevada velocitat, variable segons el medi -en el buit és aprox. de 300.000 km/segon. Els radis geomètrics de les ones esfèriques formen trajectòries rectilínies, i en aquest sentit podríem assimilar el comportament espacial dels «raigs lluminosos» amb el dels «raigs visuals». Però no obstant això, i malgrat que obviem aquí el fet tan debatut de la complementarietat dels models explicatius -l'ona i el fotó o partícula indivisible d'energia proposat per Einstein-, cal concebre sempre la propagació de la llum no pas per l'esquema de raigs independents sinó pel de moviments ondulatoris. (Gregory, 1965, 13-24; Pirenne, 1970, 37-46; Ronchi, 1983, 286-304)

Ara, al cap de segles de recerques, allò que podem considerar com a conegut relativament a la nostra percepció visual del món exterior es podria esquematitzar de la manera següent (seguim Ronchi, 1968a, 137-141 i 1983, 304-306). El



món exterior on es troben els cossos materials, hem d'imaginar-nos-el completament fosc, absolutament mancat de llum i de color. Els diferents cossos s'han de considerar com a «núvols d'àtoms», privats no només de llum i color sinó també de «forma» en el sentit estricte del terme -ja que són conjunts d'agregats, compostats per elements distanciats, mòbils i en agitació contínua, sense «superfície externa»: sense forma, per tant. Aquests cossos o núvols d'àtoms irradien per l'espai entorn seu energia formada per ones electromagnètiques -o per fotons, segons el model complementari einsteinià-, que tampoc no són lluminoses, ni acolorides, ni tenen forma, és a dir, tampoc no es veuen, són totes foscor, i s'han de considerar energia que es desplaça d'un cos a l'altre.

Aquestes manifestacions energètiques, el conjunt de les quals s'anomena «radiació», poden ésser molt variades, en el sentit que poden presentar innumerables longituds d'ona -actualment se'n coneix i utilitza un nombre conspicu en aplicacions molt diverses, com s'ha dit. Aquí interessa assenyalar exclusivament una reduidíssima gamma de radiacions o d'ones electromagnètiques, que a penes constitueixen una vuitena part del total conegut: les que tenen una longitud d'ona compresa entre 0,38 i 0,76  $\mu$ . Només aquestes, a despit d'ésser mancades de llum i de color com tota la resta, quan penetren en un ull humà normal tenen la propietat d'estimular-lo provocant certes reaccions en la seva retina. L'ull humà, en efecte, es comporta com un «receptor selectiu», i per això l'esmentada gamma de radiacions capaç d'ésser copsada es distingeix de totes les altres per a les quals l'ull és insensible o «cec» amb el nom de «radiacions òptiques» -o també, amb menys propietat, amb el d'«ones òptiques».

#### **La visió: ull i cervell**

Quan la radiació òptica arriba al globus ocular receptor d'un observador -normalment preparat amb dos ulls,

tot i que per simplicitat expositiva se'n consideri un de sol-, passem de la matèria inert a la matèria vivent: deixem l'àmbit de la física i entrem en la fase fisiològica del procés visual. Les radiacions reben de primer una determinada ordenació de part dels elements transparents de l'ull -la còrnia, l'iris amb l'obertura de la pupil·la, la lent del cristal·lí i el cos vitri-, amb la qual atenyen la retina. La retina, capa interna del globus ocular de 0,2 a 0,4 mm de gruix, és l'expansió del nervi òptic i està constituïda per més de cent milions de cèl·lules fotosensibles, amb una major concentració en la zona de la màcula lútia i sobretot en la seva depressió central o fòvea, que és el lloc de la màxima perspiciuitat visual [fig. 1.3.11]. Fora de la màcula la visió esdevé progressivament indistinta, però el mateix ull ho compensa amb moviments rotatoris en tots dos sentits. Les radiacions es distribueixen sobre la superfície de la retina d'una manera que se'n sol dir «corresponent»: o sigui, sembla que la distribució superficial de les radiacions sobre l'estrat retínic es correspondria, a escala molt reduïda, amb la distribució amb la qual la mateixa radiació hauria estat emesa pels núvols d'àtoms exteriors a l'ull.

Les alteracions provocades en la retina per l'estímul radiant formen part d'un mecanisme extraordinàriament complex i encara poc conegut, malgrat l'enorme i ja secular esforç de recerca de què ha estat objecte. Les cèl·lules fotosensibles de la membrana retínica, amb el seu estrat de cons i bastons, esdevenen la seu de reaccions químiques d'una formidable subtileza, generadores d'impulsos elèctrics que són recollits per les fibres del nervi òptic. Això suposa una elaboració inicial o una classificació preliminar de la informació lluminosa. Els impulsos nerviosos provinents d'un únic element de retina es defineixen d'acord amb diversos paràmetres -per exemple, la variable intensitat energètica de l'estímul radiant representarà la lluminositat, i les diverses longituds d'ona de la radiació determinaran els tons de color. El nervi òptic de cada ull, que amb una sec-

ció inferior a mig centímetre quadrat aplega quasi un milió de fibres preparades per a transmetre impulsos independents, els comunica al cervell, a la zona occipital del còrtex anomenada «còrtex visual» o «còrtex estriat» -l'«àrea 17», tanmateix associada a altres zones cerebrals també dedicades a la visió, com el còrtex preestriat o àrees 18 i 19; la zona específicament destinada a les sensacions visuals és preparada, sembla, amb gairebé dos mil milions de cèl.lules nervioses [figs. 1.3.5-1.3.7]. Les diverses i tan nombroses fibres provinents dels dos ulls, vàriament connectades en les múltiples sinapsis i parcialment creuades en el quiasma òptic, comuniquen al còrtex de manera diferenciada i «codificada» la distribució dels estímuls sobre la superfície retínic, descrivint així la forma del fantasma lluminós i acolorit. La visió es pot entendre, doncs, com una sensació a distància (Frisby, 1979, 57-59; Gregory, 1965, 34-49; Pierantoni, 1980, 11-47; Pirenne, 1967a i 1970, 50-71).

Al còrtex els impulsos elèctrics provinents de la retina són minuciosament analitzats i elaborats, amb una gran rapidesa i precisió, però cal dir que per a nosaltres el pas de la matèria viva a l'àmbit del pensament -el pas de la fase fisiològica, i més exactament neurològica, a la psíquica- resulta encara més obscur que la determinació detallada dels processos retínic. Allò que succeeix en el còrtex cerebral es pot indicar tan sols aproximadament i molt fragmentàriament, amb termes tot just provisionals. Avui només es pot dir que les informacions del nervi òptic arribades al cervell són considerades d'acord amb la distribució i amb els paràmetres esmentats, segons llur intensitat, origen, complexitat, etc., són connectades amb les experiències o informacions contingudes en la memòria -també amb les provinents d'altres sentits, pel principi de la globalitat perceptiva o sensorial (cf Gibson, 1950)-, són integrades amb les idees que neixen de la imaginació o fantasia, i a la fi són «representades» psíquicament.

Es pot dir -manllevant en particular l'exposició de Vasco Ronchi- que la psique de l'observador, arran del complex d'impulsos rebuts, crea «fantasmes» o «fenòmens» amb unes certes forma, lluminositat, color i moviment, com fa en el somni. I gràcies a la fusió dels fantasmes obtinguts amb els dos ulls i a l'esforç d'acomodació del cristal·lí, necessari per «enfocar» i aconseguir el màxim de nitidesa, la psique obté encara l'efecte estereoscòpic o del relleu i de la successió espacial, i així pot avaluar no solament en quina direcció sinó a quina distància dels ulls es troba l'origen de les radiacions. A la fi del procés, el fantasma és situat en correspondència amb els núvols d'àtoms emissors de les radiacions que havien provocat la creació del mateix fantasma. Aleshores, el «jo» que ha creat aquests fantasmes i els ha colocats entorn seu «veu» entorn seu l'espai poblat amb aquestes figures lluminoses i acolorides.

El conjunt dels fantasmes localitzats davant dels ulls constitueix el «món aparent». Per necessitats de distinció -és essencial distingir una «percepció» de la «cosa» percebuda-, el conjunt dels núvols d'àtoms s'anomena el «món real» o «món exterior». Quan l'observador ha construït el fantasma d'un núvol d'àtoms i l'ha localitzat en el món aparent, conclou la seva operació amb una frase que Ronchi qualifica de molt optimista: diu que «veu l'objecte». Ara bé, cal insistir en el fet que els fantasmes que es veuen, les figures lluminoses i acolorides, només existeixen en el món aparent. Que la llum, els colors i les formes definides i amb superfície contínua només existeixen en la fase psicològica, i per tant són entitats psíquiques, i com a tals exclusivament i absolutament subjectives -no formen part del món exterior, «real», estudiat per la física. En aquest sentit, convé remarcar que les característiques dels fantasmes o «objectes vistos» no són idèntiques per a tots els observadors, entre d'altres causes perquè la sensibilitat de l'ull humà a les radiacions varia d'un individu a l'altre, i perquè la reconstrucció del món aparent de cadascú està con-

siderablement influïda per les pròpies experiències recollides en la memòria. I no solament això, sinó que el món aparent de cada observador experimenta variacions i perfeccionaments constants amb el pas del temps.

Si en el llenguatge modern no s'hagués perdut la vetusta distinció medieval entre *lumen* i *lux*, ara el desdoblament facilitaria una major precisió dels conceptes en la descripció del procés visual. Com sigui, en la lògica d'aquella distinció, el *lumen* correspondria a l'element físic, o sigui les radiacions; i la *lux* al fenomen psicològic que ja anomenem llum, per oposició a fosca (Ronchi, 1968a, 137-141 i 1983, 304-306; cf també Frisby, 1979, 207-212; Gioseffi, 1963a, 273-278; Gregory, 1965, 49-59; Pierantoni, 1980, 95-122; Pirenne, 1970, 32-34).

### 1.3. Consciència visual

Un plantejament afinat de les qüestions relacionades amb la representació d'imatges òptiques -les del nostre «món aparent»- exigeix tenir sempre en compte allò que actualment se sap dels mecanismes visuals, fins i tot en el cas que, com ara, haguem de centrar-nos en una etapa històrica ben circumscrita, en la qual era pressuposat que els pintors podien aspirar a «representar objectivament la realitat objectiva». Convé tenir sempre present que, en darrera instància, la llum, les superfícies de les coses i la seva posició en l'espai, els seus colors, etc., són exquisides creacions de la nostra psique, elaborades amb el concurs d'altres sentits i facultats a més de la vista -que tanmateix resta l'òrgan fonamental per al coneixement del «món exterior» que anomenem «realitat». Les informacions actuals sobre la visió, a més de constituir una referència valuosíssima per a ponderar les concepcions històriques des de les quals emergí la *perspectiva artificialis* renaixentista, esdevenen alhora l'enquadrament més adequat del debat historiogràfic posterior. Ho esdevenen, en particular, de les di-

verses posicions teòriques o interpretatives d'estudiosos d'història de l'art del segle passat fins avui, sovint vivament confrontades a propòsit del sentit, de l'abast i dels orígens efectius dels procediments de construcció espacial. Cal pensar només -per esmentar l'exemple d'autors ben diferents, als quals ja al.ludirem en concret més endavant- en els estudis perspectius de Hauck i Panofsky, Beyen i Gioseffi, Pirenne, Gombrich, Alpers...: en les seves lectures divergents o contraposades d'uns mateixos fenòmens artístics per causa de la seva diferent comprensió -o informació!- de les dades òptiques de partença.

Per això caldria insistir encara en certs aspectes puntuals del mateix procés de formació de les imatges visuals, per a remarcar-ne amb més detall alguns d'al.ludits només de pas en la comprimida síntesi sobre la llum i la visió que s'ha confegit i, sobretot, per assenyalar-ne d'altres que hi han resultat omesos, perquè la detecció i l'avaluació desiguals d'aquestes dades o fenòmens òptico-perceptius han suscitat moltes de les divergències de criteri en la interpretació de qüestions perspectives.

### **Configuració de la «imatge retínica»**

La ja suggerida analogia de l'ull humà amb la cambra obscura i les seves imatges, ben legítima o fins i tot metodològicament avantatjosa, portada a certs extrems d'interpretació mecànica o literal podria induir a incomprendions o a distorsions greus -de fet, hi ha induït- respecte a la visió i als seus mecanismes, per exemple a propòsit de l'entitat i forma de la imatge projectada en la retina, de la seva homogeneïtat, de la incidència de la superfície d'estimulació o projecció, de la passivitat o activitat de l'òrgan de la vista..., per a no parlar de l'abstracció flagrant de l'experiència i dels altres sentits en la formació de les imatges, etc. El mot «imatge» té acepcions diferents segons a quin fenomen precís s'aplica, i quan es diu «imatge» a determinats efectes lluminosos produïts tant en la re-

tina com en la cambra obscura -o fotogràfica- no s'ha d'inferir que els fenòmens, en si mateixos, siguin iguals: se'n diu «imatge» d'un i d'altre només metafòricament, o millor, per analogia, però són entitats radicalment desiguals. Encara anomenem «imatge» per analogia a d'altres fenòmens de naturalesa molt diversa, en primer lloc al resultat últim de processos cerebrals -la visió-, però també a productes artificiosos resultat de processos «tècnics» específics, com la representació pictòrica, el cinema, la televisió... Caldrà precisar, doncs, la naturalesa de la «imatge» configurada en la retina, de manera que la seva pròpia entitat permeti descloure clarament el sentit de les analogies amb la cambra obscura que el mateix Kepler ja utilitzà, com hem vist.

Consignem, de primer antuvi, que l'estimulació retínica provocada per les radiacions òptiques arribades a l'ull i anomenada «imatge retínica» no és simple i estàtica com la imatge obtinguda a l'interior de la cambra obscura. En realitat, més que en una sola imatge caldria pensar en una successió d'imatges retíniques formades en ambdós ulls gràcies als seus continus moviments i que, entre d'altres efectes, amplien considerablement el camp de visió i permeten l'ús sistemàtic tant de la visió foveal o nítida com de la visió perifèrica o «de cua d'ull». Hi al·ludirem tot seguit, i a continuació assenyalarem efectes combinats com els d'acomodació i d'estereoscopia, entre d'altres qüestions similars.

La retina, una membrana fotosensible d'uns 0,2 a 0,4 mm de gruix formada per diverses capes de cèl·lules, se sol considerar una prolongació o «excrescència» especialitzada del còrtex cerebral estriat -de fet, en el fetus humà la retina es desenvolupa a partir del creixement del teixit cerebral embrionari-, i és la seu de la recepció i d'una primera elaboració de les dades lluminoses: es comporta, doncs, com un veritable «mini-cervell» sensible a la llum. S'expandeix per la superfície interior del globus ocular, la forma del qual és pràcticament esfèrica -d'uns 25 mm de dià-

metre-, i per tant no configura una superfície plana com la pantalla de la cambra obscura, sinó còncava. O encara més: la retina no solament comprèn tot l'hemisferi posterior de l'ull, per on penetra el nervi òptic, sinó que també s'estén per bona part de la superfície de l'hemisferi anterior, fins a l'inici dels cossos o processos ciliars del cristal·lí [fig. 1.3.1].

D'altra banda, la superfície retínica presenta graus de sensibilitat molt diferenciats, segons les zones, sobretot a causa de la seva desigual riquesa en la distribució de les diferents cèl·lules fotoreceptores i de la seva desigual connexió amb el quasi 1 milió de fibres independents del nervi òptic. Curiosament, els dos tipus «especialitzats» de fotoreceptors, cons i bastons, són amagats en l'estrat més profund de la retina i no pas en la superfície que rep directament la llum, de manera que la llum ha d'estimular-los a través de les fibres del nervi òptic i de les successives capes de cèl·lules amb les quals està connectat -les terminals del nervi o ganglionars, les amacrines, les bipolars, les horitzontals, i finalment els fotoreceptors [fig. 1.3.2]. Cada ull té uns 6 milions de cons, concentrats en la regió central de la retina, i uns 100 o 120 milions de bastons, distribuïts quasi arreu de la capa receptora. Els cons només són sensibles a la llum intensa i fan possible la visió en color, mentre que els bastons poden actuar amb clarsors lleus -són 500 vegades més sensibles a la llum que els cons- però només detecten el blanc/gris/negre.

El lloc a través del qual el nervi òptic perfora l'escleròtica per a difondre's i enllaçar amb la retina -un punt lleugerament desplaçat de l'eix àntero-posterior de l'esfera ocular, anomenat disc o papil·la òptica- no té fotoreceptors i resulta una taca completament cega. Però també al fons de l'ull, i pràcticament en coincidència amb l'esmentat eix, es forma una petita taca circular de color groc, la màcula lútia, amb una depressió central anomenada fòvea, que és la zona de la major concentració de cèl·lules fotore-



ceptores i per tant de la màxima agudesa visual. La fòvea és realment minúscula -subtendeix un angle visual de només uns 2<sup>m</sup>-, però quan «fixem» l'atenció en una cosa, per tal de veure-la amb tota precisió i claredat i per tal de copsar-ne exactament els colors, girem automàticament l'ull de manera que la imatge d'aquella cosa incideixi en el centre de la depressió foveal -«reflex de fixació»- [fig. 1.3.1]. És l'única zona de la retina composta exclusivament de cons -uns 150.000 per mm<sup>2</sup> en el punt de màxima densitat-, els quals es disposen en un apretat «mosaic» on la distància entre els eixos dels cons esdevé d'uns 2 a 2,5  $\mu$  -poc més que la longitud d'ona de les radiacions òptiques, que van de 0,38 a 0,76  $\mu$ .

Els gairebé 126 milions de fotoreceptors de cada ull humà també es distribueixen desigualment el milió -o quasi- de fibres del nervi òptic que han de comunicar els seus impulsos al cervell. A cadascun dels cons de la fòvea correspon una fibra independent, mentre que els bastons i els cons d'altres zones de la retina han de compartir unes mateixes fibres nervioses -a raó de cent o dues-centes cèl.-lules per fibra, a mesura que s'acosten a les zones perifèriques. Això no vol pas dir que els receptors de la fòvea -uns pocs milers- mantinguin connexió pròpia i directa amb el cervell, perquè com s'ha dit entre la cèl.lula receptora i les fibres de sortida del nervi òptic hi ha altres capes amb moltes cèl.lules que uneixen els senyals dels receptors de maneres diverses. Els missatges lluminosos es transmeten en sentit vertical per la seqüència de connexions receptor-bipolar-ganglionar, de tal manera que cada receptor tracta amb més d'una bipolar i que les ganglionars reben missatges de més d'una bipolar. I encara, una altra seqüència horitzontal de connexions uneix transversalment més receptors amb bipolars -cèl.lules horitzontals- i més bipolars amb ganglionars -cèl.lules amacrines-, en una veritable xarxa d'interconnexió retínica la funció precisa de la qual pràcticament es desconeix [fig. 1.3.2]. Potser cal relacionar la

complexitat cel.lular de la retina amb el fet molt probable que no es limita a «rebre/enviar missatges» al còrtex cerebral, sinó que ja opera una veritable «anàlisi preliminar» de la informació lluminosa.

En tot cas, la tan superior densitat de fotoreceptors i de fibres nervioses de la fòvea realitzen l'operació més compromesa de l'ull: garanteixen la màxima nitidesa i perspiciuïtat de la visió. A proporció amb el seu allunyament de la fòvea central i de la màcula lútia, les cèl.lules retíniques també esdevenen progressivament menys riques en receptors -sobretot en cons- i per tant menys sensibles. En arribar a la perifèria esferoïdal de la retina -als marges del camp visual, en l'hemisferi anterior del globus ocular-, serveixen imatges imprecises i poc definides: a 10° de la fòvea la sensibilitat ja és unes 100 vegades menor, i amb un desplaçament de 40° s'afebleix gairebé unes 2.000 vegades. No obstant això, la visió perifèrica esdevé fonamental, ja que amb la restringidíssima visió foveal -només uns 2°- fóra gairebé impossible de moure'ns amb seguretat.

Afegim que ni tan sols les poderoses cèl.lules de la fòvea no poden transmetre indefinidament els seus impulsos al còrtex cerebral. Si l'ull quedés fixat en una determinada posició, l'estímul visual romandria estacionari i al cap d'uns quants segons la visió s'enterboliria: es desdibuixaria i s'aniria tornant ràpidament grisa, i després negra. Per això la mirada s'interromp intermitentment amb petits moviments convulsius de l'ull, amb parpelleigs bruscos i sobtats, imprescindibles per tal que les cèl.lules recuperin forces; un cop reposades, reprenen els impulsos neuroelèctrics. Aquests moviments de regeneració es donen fins i tot amb l'ull «immòbil», i s'han de distingir dels més amplis desplaçaments de l'esfera ocular o moviments rotatoris de l'ull en sentit vertical i sobretot horitzontal, que tenen altres funcions.

Els moviments rotatoris dels ulls multipliquen considerablement l'amplitud del camp visual -i per tant del

camp receptor: de la imatge o de les successives imatges retíniques-, i encara més si hi acompanyem la rotació del cap. Així, el camp visual -que té marges desdibuixats i sense cap forma assimilable a una figura geomètrica-, a despit que en si mateix s'hagi definit com a immòbil, o sigui com la zona d'espai exterior controlada per un ull fix i immòbil, a la pràctica esdevé caracteritzat per una «mobilitat» quasi inevitable i automàtica, instintiva, perquè necessitem compensar la dilatada però imprecisa visió perifèrica amb contínues exploracions puntuals de la restringida però nítida visió foveal. La mobilitat i la diferenciada precisió, afegides a l'esfericitat de la superfície de recepció, ja distingeixen profundament les imatges retíniques de les obtingudes en una cambra obscura -immòbils, homogènies i resoltes per projecció plana.

Insistim encara en les distincions, sempre en el sentit de la conspícua simplificació que representen la cambra obscura i les imatges projectades en la seva pantalla, enfront de la formidable complexitat de l'ull i de les imatges retíniques. Recordem, per exemple, la regulació automàtica de l'entrada de llum a l'ull mitjançant la pupila oberta en el diafragma de l'iris, que es contreu o dilata de 2 a 8 mm  $\varnothing$  segons la intensitat de la radiació lluminosa i permet imatges més brillants i precises que les d'una cambra obscura perquè la seva obertura resulta sempre major; o el procés de refracció, més eficaç en l'ull que en la cambra obscura a causa de la curvatura de la còrnia i dels índexs de refracció més alts dels humors aquós i vitri -la cambra obscura conté només aire-; o, sobretot, el procés d'acomodació, és a dir, la funció d'automàtic enfocament dels objectes segons la seva distància de l'ull, efectuada per la lent elàstica biconvexa anomenada cristal·lí -tensada pels cossos ciliars i per tant més aplanada quan enfoca objectes llunyans, i destensada i més convexa quan n'enfoca de pròxims, per tal que la llum convergeixi sempre sobre la retina. Una cambra obscura convencional com la fotogràfica, en canvi,

enfoca ajustant la profunditat de la cambra en comptes d'alterar la convexitat o poder de convergència de la lent. En relació a l'ull, cal precisar que amb distàncies superiors als 6 m l'esforç d'acomodació del cristal·lí ja no és necessari, perquè tots els objectes es veuen ben definits simultàniament i amb independència de la seva ubicació [cf fig. 1.3.11].

Un altre factor de complexitat de la imatge ocular, comparada amb la d'una cambra obscura, deriva del seu peculiar acolliment de la llum amb doble sistema receptor, responsable de la visió estereoscòpica o amb relleu: els dos ulls amb els respectius centres de rotació situats a uns 6 cm l'un de l'altre. A causa d'aquesta distància o disparitat binocular, els angles visuals que corresponen als objectes vistos són diferents en cada ull, i conseqüentment també els camps visuals de cada ull són diferents [fig. 1.3.3]. Cadascun dels camps cobreix angles que verticalment tenen uns  $150^\circ$  i lateralment uns  $170^\circ$ , però el camp conjunt és d'uns  $220^\circ$  d'abast lateral i dels mateixos  $150^\circ$  de vertical; l'àrea de superposició de les imatges d'ambdós camps, d'uns  $150^\circ$  en vertical però menys d'uns  $120^\circ$  en horitzontal, dona la visió estereoscòpica, la qual, amb distàncies moderades o en tot cas inferiors als 150 m, i precisament gràcies a aquesta sensació de la profunditat o tercera dimensió, indica la situació relativa dels objectes [fig. 1.3.4].

Dels fets descrits, i fins i tot prescindint dels aspectes psicològics del procés visual, ja es desprèn que la formació de la imatge retínica comporta una considerable activitat i que la seva mateixa complexitat la fa poc assimilable a la passiva i obtinguda mecànicament en una cambra obscura o fotogràfica convencional, a despit que en ambdós casos la imatge resulti «invertida». Ja hem dit que la imatge retínica transmesa en realitat és múltiple, fins i tot mirant una escena fixa: implica moltes imatges successives, foveals i perifèriques, resultants dels continus moviments oculars. D'altra banda -i això constitueix una nova i radi-

cal diferència-, la imatge projectada al fons d'una cambra obscura és una imatge «terminal», mentre que la retínic és només «intermèdia», «codificada» i tot just *in fieri*, perquè no es resoldrà pròpiament com a imatge -com a descripció que explicita la informació d'una escena del camp visual- fins al còrtex del cervell.

La «imatge retínica» és la «forma» o distribució dels estímuls lluminosos provinents del «món exterior» en el camp receptor de la retina, una distribució que es transforma o codifica en excitacions/inhibicions de caràcter electroquímic abans de ser transmesa al cervell. És encara molt poc coneguda la naturalesa d'aquesta codificació, i igualment el tipus precís de correspondència entre la «forma» de l'estimulació retínica que es codifica i la «forma» de l'estimulació cerebral que en resulta -entre la imatge retínica d'entrada i la imatge cerebral de sortida. Una certa correspondència, en el sentit d'una representació espacial de la retina en el còrtex visual -és a dir, regions adjacents del còrtex tracten regions adjacents del camp retínic receptor-, sembla comprovada i innegable en termes molt generals. Però en qualsevol cas es tracta també d'una correspondència complexíssima i, almenys per ara, bàsicament indesxifrable, atesos el peculiar recorregut del nervi òptic i la seva mateixa distribució dels estímuls en la topografia del cervell -per a no parlar del «misteri» que és tothora l'activitat cerebral [fig. 1.3.5].

En efecte, les fibres nervioses provinents de cada ull es reuneixen i s'entrecreuen parcialment en el «quiasma òptic», a partir del qual algunes de les corresponents a l'ull dret -les dels fotoreceptors del seu hemisferi ocular esquerre- aniran al cos geniculat i al col.lícul de l'hemisferi cerebral esquerre, mentre que les altres fibres -les dels fotoreceptors de l'hemisferi ocular dret- aniran al cos geniculat del mateix hemisferi cerebral dret. Simètricament, les fibres corresponents a l'ull esquerre aniran al cos geniculat i al col.lícul de l'hemisferi cerebral dret si pro-

venien de l'hemisferi ocular dret, mentre que les provinents de l'hemisferi ocular esquerre paren al cos geniculat del mateix hemisferi cerebral esquerre. Les funcions de l'estructura anomenada '«col·licul superior» no se saben del cert, com tampoc exactament les dels «cossos geniculats» externs o laterals, però almenys és clar, en canvi, que aquests darrers operen com una estació de relleu i retransmissió. És a dir, els axons o fibres de les cèl·lules retíniques arriben fins als cossos geniculats, i aquí acaben i fan sinapsi o connexió amb noves cèl·lules nervioses, les fibres de les quals s'encarregaran de continuar del viatge de l'estimulació retínica i de distribuir-la al còrtex estriat. Així, després dels creuaments i connexions esquemàticament indicats, la informació recollida pels receptors de tots dos ulls arribarà al seu destí per a ser-hi processada i formar-hi la «imatge cerebral» [fig. 1.3.6].

Per allò que se sap, la distribució final dels estímuls resulta alhora «estranya» i «ordenada»: apareix invertida com la dels fotoreceptors de l'ull i es manté la correspondència «topogràfica» entre regions adjacents retíniques/corticals, al·ludida abans, però amb la particularitat que ara ha migpartit la «imatge» de dalt a baix en dues meitats exactes, creuades i molt separades -una en cada hemisferi cerebral, en els seus respectius i tan distants còrtexs estriats. A més, l'àrea de cada còrtex que processa la zona de la visió foveal i central és desproporcionadament extensa en comparació a la dedicada a la visió perifèrica, de manera que en cap cas la correspondència no es podria entendre en sentit «gràfic», com d'una correspondència proporcional o per punts escena/retina/còrtex, o per punts d'imatge retínica/cerebral [fig. 1.3.7].

De l'exposició es desprèn que no podem concebre la visió com una imatge a l'interior del nostre cervell -la «pantalla interna» que comentarem tot seguit-, rèplica d'una altra imatge -la «imatge retínica»- la qual, al seu torn, correspondria a l'escena present davant dels ulls igual que

hi correspon la imatge d'una cambra obscura o una fotografia... No es pot visualitzar la forma de l'excitació cerebral, ni es pot visualitzar la forma de l'excitació retínic, com tampoc no veiem la radiació lluminosa que penetra al nostre ull. És sabut, si més no des de Kepler i malgrat la persistència de tants prejudicis en sentit contrari, que no veiem la nostra imatge retínic, que ningú no l'ha vista mai -perquè dintre l'ull no hi ha cap ull equipat amb cervell per a «veure-la»-: la «imatge retínic» consisteix en un conjunt complex d'excitacions cel·lulars, de codificacions o «símbols» que seran però que no són encara, pròpiament, cap imatge visual humana. I als efectes de formar la nostra imatge del món exterior, per tant, en aquesta fase ocular intermèdia de la simbolització i processament dels estímuls lluminosos esdevé indiferent que les excitacions rebin una distribució invertida -pel mateix sistema diòptric de l'ull- o que siguin recollides per una superfície no pas plana, sinó esfèrica i de més d'un hemisferi. (cf Blakemore, 1973, 14-24; Frisby, 1979, 11-35, 57-58, 164-167, 204-206; Gioseffi, 1963a, 274-278; Gregory, 1965, 25-60, 68-71; Hubel-Wiesel, 1979, 118; Pierantoni, 1980, 31-47; Pirenne, 1970, 32-34, 50-62, 69-76; Smith, 1972, 182-198; Wright, 1983, 19-28).

El passatge de Richard Gregory (1965, 7) que citem a continuació resumeix algunes conclusions del present epígraf i a la vegada pot servir d'enllaç per al següent:

*«L'ull i el cervell funcionen de manera molt diferent que una cambra fotogràfica o de televisió, que simplement es limiten a convertir els objectes en imatges. Fóra temptador afirmar que els ulls produeixen imatges en el cervell, però aquesta idea s'ha d'evitar; una imatge en el cervell suggereix la presència d'una mena d'ull intern per a veure-la, però això comportaria un altre ull per a veure aquesta imatge... i així successivament en una sèrie inacabable d'ulls i d'imatges. Això és totalment absurd. L'operació de l'ull consisteix a enviar al cervell una informació codificada en forma d'activitat nerviosa -cadena d'impulsos elèctrics-, la qual, segons les seves característiques i segons l'activitat cerebral que provoca, representa objectes. El llençatge escrit ens en facilita una analogia: les lletres i*

*les paraules d'aquesta pàgina tenen un significat per a qui és capaç de comprendre-les; estimulen convenientment el cervell del lector, però no són imatges. Quan mirem alguna cosa, algun objecte, el tipus d'activitat nerviosa que es desencadena representa l'objecte i per al cervell "és" l'objecte. No hi ha de cap manera una imatge interna.»*

### **Configuració cerebral del «món aparent»**

La distinció entre la «imatge retínica» o recepció de les radiacions del món exterior en forma d'estimulació nerviosa -una imatge encara «codificada», n'hem dit- i la «imatge cerebral» que n'elabora la nostra psique -o sigui, la representació del «món aparent»- podrà suggerir alguna analogia amb la vetusta distinció entre el fenomen físic del *lumen*/radiació i el psicològic de la *lux*/llum, ara bé, un cop en la fase psicològica del procés de la visió, ja no tindria cap sentit establir analogies amb imatges del tipus de les projectades sobre la pantalla de la cambra obscura, ni seria pertinent, per tant, considerar qüestions com els efectes de la projecció retínica de la imatge en una superfície esfèrica en comptes de plana -o com el capgirament de la imatge, o la seua divisió entre els dos hemisferis cerebrals... La imatge visual és d'una entitat radicalment diversa, d'ordre perceptiu i interpretatiu, i el model de la rèplica fotogràfica en distorsiona la seva problemàtica més específica i determinant (Blakemore, 1973, 9-10):

*«Unfortunately we cannot turn the tables and gain insight into the workings of the eye and the brain by comparing them with cameras, photographs, movie films or even television systems. The aim of any kind of camera is simply to reproduce an image that is a minified or magnified projection of a scene. There is no interpretation, no subtle symbolic representation, no extraction of information. The truly remarkable thing about photographs, and all other forms of graphic representation, is that they provoke perceptions whose content far exceeds the patterns of light and dark on the paper, canvas or projection screen.»*

Per a Pierantoni (1980, 46-47) ja resulta perillosa la mateixa metàfora «retina-mosaic» perquè destil·la la idea errònia d'una homologia o correspondència punt escena/



punt retina/punt cervell, i reconduïx així a la típica confusió de les «imatges interiors»:

*«Cada element del mosaic, cada peça sensible a la llum, es considerava connectada al punt "homòleg" situat en el cervell, al qual transmetia amb cura la informació lluminosa pertinent. Així, s'estava configurant en el nostre interior un equivalent anatómic de la piràmide visual dels "perspectius". Com que cada punt de l'espai es connectava amb un punt de l'ull -o millor, amb el seu fons puntiforme-, també cada punt de l'ull es connectava amb un punt del "cervell"».*

En l'epígraf anterior acabem d'al·ludir a l'enorme complexitat d'aquesta correspondència, la qual descarta el simplisme de l'arrelat prejudici dels receptors retínic amb «via privada al cervell» que amb tota la raó Pierantoni (ibid., 49-52) també retreu a sofisticats gestaltistes com Rudolf Arnheim (cf 1954, 27-37, 207-211), però volem insistir encara en l'absurd d'entendre les expressions «imatge retínica/cerebral» com si en el retina o en el cervell hi hagués projectada cap «imatge» visualitzable «per una mena d'ull intern que serveix una altra imatge a un altre ull...», en expressió de Gregory (1965, 70). A parer seu, cal descartar de primer antuvi el concepte d'«imatge cerebral» perquè, certament,

*«formem imatges mentals, però això no vol dir que en el cervell existeixin les corresponents imatges elèctriques; és possible representar les coses per símbols, els quals són generalment molt diferents de les coses que representen [...] En tot cas, seria absurda la suposició que els sons, els olors i els colors fossin representats per imatges en el cervell: ha d'existir, per tant, una mena de clau, i és possible que les diverses formes d'activitat retínica estiguin representades per combinacions en clau de l'activitat cel·lular.» (ibid., 70-71)*

En efecte, el procés visual s'ha d'entendre com un procés de representació o reducció simbòlica, en el qual les escenes i les coses del món exterior són transformades en símbols -o sigui, en entitats diferents de les coses que representen i d'una naturalesa tal que ens descriuen o fan

percebre explícitament les característiques d'aquelles coses. La facultat del llenguatge pot oferir una bona analogia de reducció de les coses a símbols en el nostre cervell. Semblantment, en el nostre cervell hi ha d'haver, en comptes d'imatges de les coses, una descripció simbòlica de les seves característiques: una descripció simbòlica explícita del món exterior.

John P. Frisby ens prevé per endavant sobre com «no» és aquesta representació o descripció simbòlica del nostre cervell, perquè les imatges televisives i les digitalitzades per ordinador -que, amb diferents tipus de símbols, codifiquen escenes/imatges per punts de variable intensitat lluminosa- poden fer esmunyir amb nova cosmètica i per enèsima vegada la mateixa confusionària «imatge en el cervell», ara en la versió actualitzada d'una anomenada «teoria de la pantalla interna». Frisby (1979, 11) la descriu irònicament, fingint l'estil d'un convencional llenguatge «científic»:

*«Cada ull opera com una cambra. Tant l'ull com la cambra disposen d'una lent i, en el lloc on la cambra té una pel·lícula sensible a la llum, l'ull disposa d'una igualment fotosensible "retina" (del llatí rete = xarxa), és a dir una xarxa de minúscules unitats receptores que configuren la superfície posterior del globus ocular. La funció de la lent és focalitzar damunt la retina una imatge del món exterior -la "imatge retínica"-, i estimular-la d'aquesta manera, fent-li enviar missatges sobre la imatge a través de les "fibres del nervi òptic" cap al "cervell". El cervell és format per milions de minúsculs components anomenats "cèl.lules". Certes cèl.lules estan especialitzades en la visió i es disposen a la manera d'una làmina -la "pantalla interna". Cada una de les cèl.lules de la pantalla pot estar activa o inactiva, segons el moment. Si una cèl.lula està molt activa, indica la presència d'un punt brillant en aquest punt concret de la "pantalla interna" -i per tant en el punt corresponent del món exterior. Igualment, si una cèl.lula té una activitat només moderada, indica una tonalitat intermèdia de gris. Cèl.lules completament inactives indiquen punts negres. En conjunt de les cèl.lules de la "pantalla interna" configura un patró, l'activitat global del qual reflecteix directament la forma de la imatge retínica rebuda per l'ull. Per exemple, quan s'observa un quadre com ["Nu assegut" d'Amedeo Modigliani], aleshores el patró d'activitat en la pantalla "interna" reflecteix directament el*

*quadre. Un cop format aquest patró en les cèl.lules de la pantalla, l'observador té l'experiència de veure el quadre.»*

La «pantalla interna» redueix tothora la percepció visual a la simbolització de l'aspecte dels objectes, a la «imatge», i en canvi les cèl.lules del nostre cervell en representen també les propietats i característiques. El problema de fons de la visió, en tot cas, radica en el cervell, en la naturalesa dels símbols que utilitza, en la seva particular manera d'operar per obtenir una descripció simbòlica del món visual. Ara bé, amb quin precís codi de símbols opera el cervell? Com és sabut, aquesta qüestió, la fonamental, resulta també substancialment insoluble, per avui -i sembla que per a molt de temps. Recordem de nou l'extrema precarietat i la provisionalitat dels coneixements aconseguits fins ara en l'estudi de la formació de la visió en la psique i el cervell humans. És un terreny tothora profundament opac i misteriós, malgrat la concentració d'esforços de recerca de què ha estat -i continua essent- objecte. Els mateixos estudiosos no deixen d'insistir constantment en aquest «buit» (per exemple, cf .Frisby, 1979, 34-35, 207-212; Gregory, 1965, 64-68; Hubel, 1979, 11-21; Marr, 1982, 15-18). Sembla que som efectivament molt lluny de poder conèixer què passa en realitat a l'entrada cerebral de les dades sensorials -en l'anomenat *input*-, i que no hi ha cap relació fixa coneguda entre el món òptic i el de la nostra experiència visual, la qual només parcialment és determinada per l'esmentat *input* (Blakemore, 1973, 45-46). Potser pocs especialistes han expressat el nucli central del problema amb la claredat i la contundència de H. Bouma:

*«Com realitza, el nostre sistema visual, l'operació formidable de convertir aquestes tan fluctuants distribucions bidimensionals de la llum sobre ambdues retines en una única i estable percepció tridimensional del món visual que ens envolta? Només pot haver-hi una sola resposta satisfactòria, però és justament la que encara desconeixem». (Bouma, 1974, citat per Gombrich, 1982, 207)*

Tanmateix, s'han atès alguns progressos sectorials importants en l'exploració del «santuari» cerebral de la visió, obtinguts tant directament, des de les anàlisis neurofisiològiques i anatòmiques del sistema visual, com indirectament, des de la psicologia -estudiant els dispositius de la visió a partir dels *output* o fenòmens visuals que es constaten en relació a uns determinats estímuls retínic d'entrada o *input*-, com des de models informàtics que intenten construir un sistema de processament d'imatges operant amb els recursos creixents de la «intel·ligència artificial» dels ordinadors. En realitat, aquests tres enfocaments han arribat a resultats essencialment integrables, fins al punt que, per ara, sembla que les perspectives de futur en el coneixement de «l'espantós embolic de la visió» -com l'anomenà Gibson (1950)- depenen de l'harmoniosa conjunció de tots tres àmbits d'estudi (cf Frisby, 1979, 123, 209-212).

Unes pàgines més amunt hem consignat que les fibres del nervi òptic traslladaven les «imatges retíniques», parcialment creuades en el quiasma òptic -i encara en part desviades al col·lícul superior, una estructura molt poc coneguda que potser té la funció rectora de «guiar l'atenció visual»-, a la sinapsi general dels cossos geniculats, des d'on els missatges oculars eren conduïts de nou i arribaven finalment al seu destí: la zona occipital del còrtex cerebral o àrea 17, preparada amb gairebé dos mil milions de cèl·lules nervioses específicament destinades a les sensacions visuals de les formes. Se sap que altres sectors del còrtex, com les contigües àrees 18 i 19 anomenades preestriades, també estan associats a l'elaboració de representacions del «món aparent»; sembla que tenen funcions particulars d'anàlisi, com la visió del color o la visió esteoscòpica i del moviment... (cf Livingstone, 1989, 64-70), però no es coneixen pas més que les dedicades a la visió de les formes. De fet, sense comptar les vies principals del còrtex estriat i del col·lícul superior, són com a mínim sis els indrets del cervell als quals les fibres del nervi òptic

subministren informació directa. En tot cas, la «informació» detectada per les cèl.lules de la retina -mitjançant excitacions/inhibicions- arriba al cervell en forma d'impulsos elèctrics o canvis en el seu «voltatge», amb descàrregues que poden tenir poques desenes de mil.lèsims de volti i durar un o dos mil.lèsims de segon.

Les radiacions òptiques es distribueixen per tot el còrtex estriat -que com s'ha dit té una estructura estratificada molt similar a la de la retina-, on són processades i a la fi esdevindran sensacions visuals. O sigui, esdevindran una representació simbòlica explícita de l'escena -de les característiques dels objectes que havien estimulat els fotoreceptors dels nostres ulls-, de les formes lluminoses i acolorides que el nostre «jo» projecta a l'espai «exterior» d'entorn seu, tot identificant els objectes responsables de les radiacions i per tant de la formació de la imatge retínic. L'operació precisa del processament de les radiacions que realitza el còrtex visual en particular i el cervell en general per arribar a aquesta descripció simbòlica del món exterior és encara substancialment desconeguda, però els resultats de les recerques aconseguits en els darrers decennis ja han permès als experts d'establir-ne un esquema bàsic i de consolidar-lo en part, gràcies a la confluència de dades «neurofisiològiques», «psicològiques» i «informàtiques».

De primer, caldrà recordar almenys les investigacions fonamentals dels fisiòlegs David H. Hubel i Torsten Wiesel des de la dècada dels anys cinquanta, amb aplicació de microelectrodes, en el còrtex estriat de gats i de micos macacos (cf Hubel-Wiesel, 1979, 114-128, on resumeixen els seus treballs fins al moment), que van mostrar molts aspectes sensorials del funcionament i l'organització de les cèl.lules del còrtex visual enfront dels estímuls lluminosos (cf Blakemore, 1973, 24-29; Frisby, 1979, 59-61; Gregory, 1965, 69-71, 94; Pierantoni, 1980, 101-105; Smith, 1972, 319-334). Les recerques d'Hubel i Wiesel han permès d'establir per primera vegada una relació directa entre l'activa-

ció de nombroses cèl.lules corticals individuals i els estímuls visuals rebuts, i han comprovat que l'activació de cada cèl.lula responia a unes característiques molt determinades de l'estímul, fora de les quals la cèl.lula restava en repòs.

Així, hi ha cèl.lules que només són excitades en presència d'angles: algunes només quan l'estimulació retínicca presenta l'angle amb una certa orientació, i altres només quan el presenta amb una orientació diferent... Enfront de qualsevol altra orientació, o de qualsevol altre estímul, aquestes cèl.lules queden inactives. Altres cèl.lules del còrtex estriat només s'activen amb un estímul lineal disposat en una precisa direcció -per exemple, una línia vertical; però a cada variació d'uns  $10^{\circ}$  en l'orientació de la línia vers l'oblíqua dreta o esquerra la cèl.lula deixa de respondre, i aleshores se n'activa una altra que respon a la nova orientació. Altres cèl.lules només s'activen amb moviments en un cert sentit, i cada desplaçament de direcció fins a uns  $10^{\circ}$  comporta la resposta d'una cèl.lula diferent i el silenci de la resta... Simplificant, les cèl.lules corticals s'activen només enfront de característiques molt precises de la imatge d'entrada, i això vol dir que el cervell té mecanismes d'anàlisi que seleccionen -representen, simbolitzen- les característiques precises dels objectes.

El còrtex estriat es compon de petites agrupacions d'aquestes cèl.lules, que s'anomenen «columnes» perquè les cèl.lules hi estan superposades en capes formant una estructura vertical. Totes les cèl.lules de cada columna estan «sintonitzades» amb una mateixa característica i orientació -per exemple, hi ha una columna de cèl.lules per a la característica de línia amb orientació horitzontal exacta, una altra de cèl.lules sintonitzades amb la característica de marge a la dreta i orientació a  $20^{\circ}$  de la vertical, etc. Les columnes s'agrupen en «blocs», que asseguren la detecció d'aquella característica/orientació en una petita àrea del camp retínic receptor -en la subunitat anomenada «hiper-

camp». Cada 10 o 20 blocs de columnes sintonitzades -unes 200.000 cèl.lules, aproximadament- conformen una «hipercolumna», que es pot entendre com una subunitat de processament que detecta totes les orientacions d'aquella característica en tot l'hipercamp de la imatge retínica d'entrada -inclosos els atributs de lluminositat de la imatge, com la intensitat, el contrast, la borrositat, etc., l'anàlisi dels quals segurament ja es resol a partir de les mateixes cèl.lules retíniques. El conjunt d'hipercolumnes del còrtex exploren les característiques de la totalitat de la imatge retínica.

Les hipercolumnes presenten tipus de cèl.lules diferents -simples, complexes i hipercomplexes-, en el detall de les quals ara no és del cas entrar, com tampoc en el de molts altres vessants de les seves operacions de processament. En canvi, interessa considerar el fet bàsic que, segons això, les hipercolumnes del còrtex s'ocuparien de construir una descripció explícita completa de les característiques de la imatge retínica, integrant-hi els seus atributs de lluminositat. O més exactament, les hipercolumnes elaborarien una descripció completa només de les seves característiques de «forma» -«fragments de forma», en expressió d'Hubel-Wiesel (1979, 120)-, perquè altres paràmetres de les característiques de la imatge -el color, i el moviment i la profunditat...- serien analitzats en altres àrees del cervell. En efecte, sembla comprovat que el processament cerebral de la visió aplica procediments de caràcter modular: s'estructura en subsectors separats i especialitzats en tasques concretes, que operen simultàniament en paral·lel i que després integren els seus resultats -no se sap exactament com ni on (cf Blakemore, 1973, 24-29; Frisby, 1979, 56-96; Hubel-Wiesel, 1979, 118-128; Smith, 1972, 319-333). Tanmateix, aquí ens centrem en la problemàtica relativa a la visió de les «formes», prioritària en la perspectiva lineal, i deixem en segon terme el processament del color i el del moviment i el relleu estereoscòpic. Una bona exposició de cai-

re divulgatiu que resumeix les investigacions més recents en aquests altres dos paràmetres bàsics de la visió es trobarà a M.S. Livigstone (1989, 64-70).

Un cop codificada per les hipercolumnes tota la informació útil mitjançant aquests símbols elementals -anomenats «de nivell inferior»- per a característiques com marges, línies, taques, angles, etc., amb els corresponents atributs d'orientació, contrast, borrositat..., es pot considerar conclosa una primera fase del processament visual, però queda encara per resoldre'n la major part -encara molt més complexa. Malauradament, a partir d'aquí, les recerques fisiològiques directes ja no han obtingut noves dades importants, i cal completar la seqüència de les operacions visuals a partir de les aportacions indirectes de la psicologia i de la teoria informàtica. El model explicatiu que actualment preval entre els estudiosos, en línies generals, considera que després de l'anàlisi o descripció «de nivell inferior» esmentada té lloc una segona fase fonamental en el procés: la «segmentació» o agrupació de conjunts de característiques -semblant a la segmentació de paraules o agrupació de lletres en el llenguatge, per tornar a una analogia pertinent-, que haurà de permetre identificar «estructures» enmig de l'allau de dades acumulat per totes les hipercolumnes juntes.

En el nostre sistema visual, l'activació dels agrupaments perceptius sembla respondre a determinats principis, que solen actuar junts i combinats. Els psicòlegs de la *Gestalt*, arran de la seva convicció que «el tot perceptiu és més que la simple suma de les seves parts», ja van observar que moltes percepcions reflectien agrupaments o interaccions entre els seus elements, i van plantejar i deduir experimentalment alguns principis que podien regir-los. Per exemple, principis de forma similar, de disposició o orientació similar, de dimensions o grandària similar, de continuïtat, de tancament, de proximitat (parelles, fileres, columnes...), etc. També poden servir de bases per a la seg-



mentació les variacions en la brillantor, en el color, en la textura, en la distància, etc., i fins i tot poden intervenir ajudes «conceptuals» -o sigui, coneixements o informacions de «nivell superior» sobre objectes o estructures d'objectes: per exemple, el concepte de «fulla», amb les expectatives que comporta sobre l'entitat vegetal i les característiques de les fulles, podria guiar la segmentació adequada d'alguns sectors d'una imatge amb fulles en el cas de característiques que resultessin ambigües; els «camuflatges» tant naturals com artificials plantegen casos típics d'intervenció d'ajudes conceptuals d'aquesta mena.

Hi ha desacord entre els especialistes sobre el moment precís de la intervenció dels conceptes de «nivell superior», i en definitiva sobre el seu paper en la fase de segmentació per agrupacions de característiques. Això té una incidència especial, entre d'altres qüestions, en l'estudi del fenomen «figura-fons» o de certs tipus d'«il·lusions visuals». De fet l'ajuda conceptual resulta molt evident en alguns processos visuals específics com la lectura -on el context o una «interpretació latent» del text influeixen en «allò que es veu», al marge d'«allò que hi ha» efectivament en la imatge d'entrada: els «errors d'impresió» en serveixen un testimoni irrefutable-, però habitualment podria ser innecessària en la visió d'objectes corrents. Els autors pròxims a la «teoria de l'esbós primari» (*primal sketch*) de Marr, per exemple, tendeixen a retardar la intervenció de conceptes fins a la tercera fase del processament, en oposició a les explicacions empiristes de Gregory, entre d'altres. Però aquí hem de deixar de banda la qüestió en debat i ens limitem a remetre a algunes propostes més destacades (per això, cf Frisby, 1979, 141-144; Gregory, 1965, 147-163; id., 1973, 49-95; Kanizsa, 1980, 245-277; Marr, 1982, esp. 262-268).

En tot cas, la segmentació/agrupació dels conjunts de característiques de l'objecte porta a identificar-hi «estructures» o esquemes, unitats de sentit amb un mínim d'in-

formació essencial adequada sobre sectors o regions pertinents de l'objecte. Així, a partir d'aquesta esquematització de les diverses agrupacions de característiques es construeix finalment una «descripció estructural» de conjunt de cada objecte o imatge d'entrada, un símbol que és «emmagatzemat» per la memòria. Les descripcions estructurals emmagatzemades en el cervell són els conceptes de «nivell superior» -derivats dels símbols de nivell inferior que representen característiques-, és a dir, són els símbols que representen els objectes.

La darrera fase en la seqüència d'operacions visuals consisteix a «comparar» la descripció estructural que hem obtingut de l'objecte o imatge d'entrada amb les descripcions estructurals d'objectes i de característiques d'objectes que ja teníem emmagatzemades en el nostre cervell -que hi hem anat emmagatzemant des que vam néixer i iniciar la nostra experiència perceptiva-, comparació que porta al «reconeixement» o identificació de les coincidències entre aquesta descripció estructural present i alguna descripció estructural passada. El reconeixement de la identitat de l'objecte «és» la visió: diem que «veiem» l'objecte quan el «reconeixem». El conjunt del procés, malgrat la seva formidable complexitat, s'ha de considerar automàtic i inconscient, i result en una fracció de segon.

Potser convindria insistir encara en l'operació decisiva del «reconeixement visual», que acabem de descriure de manera tan succinta, il·lustrant-la amb algun exemple; per al cas, poden servir algun dels recollits per Frisby (1979, 125-127, figs. 105 i 107). La nostra [fig. 1.3.8] presenta diferents versions gràfiques de la mateixa lletra «T», o millor, una sèrie de signes que com a «imatge d'entrada» resulten diversíssims entre si, i no obstant això no tenim gaire dificultats a reconèixer-hi la mateixa cosa -algunes versions de la lletra «T», a les quals se'n podrien afegir encara moltes més. En algun lloc de la memòria del nostre cervell tenim permanentment emmagatzemada, des que

vam aprendre a llegir, una descripció estructural de la «T» -una mena de «fórmula general de "T"», expressable analògicament en termes verbals més o menys com «una barra vertical, al capdamunt de la qual s'uneix pel mig una barra horitzontal»-, i, davant de la [fig. 1.3.8] o de qualsevol altra versió de «T» que es presenti a la nostra entrada visual, fem de manera inconscient i automàtica: 1) una descripció estructural explícita de la imatge d'entrada; 2) una comparació amb la descripció estructural emmagatzemada; i 3) el reconeixement de la identitat entre el símbol d'entrada i l'emmagatzemat, o sigui, hi «veiem "T"». Igualment, quan reconeixem les caricatures de Nixon i de Churchill de la [fig. 1.3.9], vol dir que hem construït una descripció estructural d'aquestes caricatures i trobem que corresponen a una descripció estructural de Nixon i de Churchill que vam construir i emmagatzemar em la memòria d'ençà que vam començar a fixar l'atenció en els dos personatges.

Les caricatures en si mateixes ja són una esquematització dràstica que conté la informació essencial mínima pertinent de l'«objecte» -com els esboços o reduccions gràfiques amb què es pot dibuixar qualsevol cosa: per exemple, com la «dona fregant, amb la seva galleda» de la [fig. 1.3.10] (Gregory, 1965, 8, 10)-, i potser es podria conjeturar, amb Frisby (1979, 134-136), que, si som tan hàbils a reconèixer fàcilment «caricatures» de qualssevol objectes, és perquè resulten una mena de drecera o «via ràpida» per al nostre cervell, tant per a elaborar-ne descripcions estructurals normals com per a comparar-les amb les emmagatzemades i suscitar-ne el reconeixement: el nostre sistema visual ja opera així, i l'esquematització gràfica li «facilita la feina». Però com sigui, l'operació «descripció estructural-comparació-reconeixement» en si mateixa és idèntica quan, en comptes d'una caricatura, ens trobem amb una fotografia, o directament amb el personatge o amb l'objecte.

Així, quan «veiem la nostra àvia» vol dir que la descripció estructural que hem fet de la persona que -posem

per cas- ara s'acosta balandrejant i somrient cap al sofà coincideix amb la descripció estructural de la nostra àvia que tenim arxivada en la memòria des que érem petits. La descripció estructural de l'àvia codificada al nostre cervell no queda afectada pels canvis «accidentals» de l'actual imatge d'entrada respecte al vestuari de l'àvia, o als altres detalls i accessoris de moviment, posició, etc. que l'acompanyen, o bé als mateixos senyals que el pas dels anys ha deixat en el seu cos -per importants que siguin aquestes dades en el conjunt de la imatge, i encara que no haguéssim vist l'àvia des de fa temps-, i per això identifiquem sempre a aquella persona, o sigui, la «veiem». Veure és elaborar una descripció estructural simbòlica i reconèixer-hi la seva correspondència amb la descripció estructural simbòlica que teniem arxivada en la memòria. O sigui,

*«la visió consisteix a construir símbols per a entitats de l'escena que tenim davant, simplement. Quan veiem [...] una cosa s'activen miríades de símbols ("paraules visuals") en el nostre cervell, d'entre la multitud dels quals un o bé un grup que representa la identitat d'aquella cosa [...] és seleccionat o activat [...] La col·lecció de símbols activats que triem "és" simplement la nostra experiència visual en el moment rellevant» (ibid., 127)*

El conjunt del processament de la visió -que com hem dit és automàtic, inconscient i instantani- es pot descriure de forma esquemàtica, doncs, en les tres fases considerades: «entrada de la imatge-descripció de característiques», «segmentació-descripció estructural» i «comparació-reconeixement». Advertim un cop més, en fi, que, el model de processament visual descrit a partir de la segona fase -aquí caracteritzat tan sols a grans línies i en termes generals, pensant en individus normals i en situacions visuals normals- contempla fenòmens molt més sofisticats i complexos que els directament constatats pels microelectrodes d'Hubel-Wiesel, però s'ha d'entendre només com una hipòtesi. Ara bé, cal dir que és també la hipòtesi més versemblant i consolidada, fins avui, i que, d'altra banda, s'ha establert a par-

tir d'anàlisis indirectes de fenòmens visuals aportades des de dues perspectives diferents i integrables, la psicològica i la informàtica. (cf Blakemore, 1973, 29-38; Frisby, 1979, 124-150, 207-212; Gregory, 1965, 7-11, 61-71, 220-228; Kanizsa, 1980, esp. 23-60; Marr, 1982, esp. 287-322; Smith, 1972, 333-339)

La percepció visual implica moltes altres qüestions col·laterals, la majoria relacionades amb la «memòria» cerebral i tant o més desconegudes i problemàtiques que les esbossades aquí, però, a desgrat de la seva importància, no seria enraonat d'afrontar-ne ni tan sols el planteig general -atesos els objectius d'un treball com el present. Només volem destacar tres temes, i encara limitant-nos al seu estricte enunciat. En primer lloc, l'etapa tan obscura de l'«aprenentatge» visual: el fenomen inicial de l'acumulació d'experiències des del naixement, amb la problemàtica associada dels aspectes innats de la facultat visual i dels que són objecte d'adquisició. En segon lloc, la «coordinació» global de les informacions visuals amb la resta de les informacions sensorials. Se n'ignoren absolutament els processos responsables i els seus mecanismes, però de fet la nostra experiència dels objectes codificada en la memòria no es limita pas als paràmetres visuals, sinó que també inclou els tàctils, els auditius, els olfactius, el gustatiu, i a vegades altres sensacions com la temperatura o el dolor (cf Gregory, 1965, 8-10, 189-222; Kanizsa, 1980, 181-216; Smith, 1972, 333-336).

La tercera qüestió és relativa a la «naturalesa del codi visual» del cervell per a processar i emmagatzemar la informació. S'ha insistit prou que «no» consistia en cap tipus d'«imatge interna», però aleshores, com es representen les descripcions dels objectes?, amb quins específics «símbols neurals»? No hi ha resposta concloent, per ara, i només s'han avançat hipòtesis en el sentit que el codi per a les característiques i les descripcions estructurals podria residir 1) en cèl·lules individuals, 2) en agrupacions de cèl·

lules, 3) en processos bioquímics, o 4) en patrons d'impulsos. L'opció primera -tal vegada la més seguida, i en tot cas la més debatuda- considera que una certa cèl.lula del nostre cervell seria el codi neural per a la identitat de la lletra «T», per exemple, i la seva activació ens permetria reconèixer com a «T» totes les versions de «T» [cf fig. 1.3.81. Segons això, al nostre cervell hi hauria una cèl.lula destinada a cada descripció estructural d'objecte, a més de les cèl.lules destinades a representar característiques precises de forma, moviment, color, etc. La hipòtesi s'ha fet famosa amb el nom de «teoria de la cèl.lula de l'àvia», a causa del conegut exemple que s'ha recollit també aquí, poc més amunt. Així, quan l'àvia entra en el nostre camp visual, en el cervell se'ns activa la «cèl.lula àvia» -que representa les constants de la seva identitat, fent abstracció de canvis accidentals i circumstancials- i, a més, totes les altres cèl.lules que representen aquests accidents i circumstàncies: les diverses característiques de la imatge d'entrada actual, la situació, moviments, etc. El neurofisiòleg Charles Gross ha trobat indicis a favor d'aquesta conjectura en cèl.lules del còrtex infero-temporal -com en la cèl.lula anomenada «detector de la pota de mico», la qual, segons sembla, només s'activa si en la imatge d'entrada apareix una pota de mico-, però d'altres investigadors hi són molt escèptics o bé han polemitzat amb la teoria, sovint irònicament (cf Hubel-Wiesel, 1979, 128; Marr, 1982, 25). En realitat, no se sap quins mecanismes neurals operen en la representació d'objectes, i ni tan sols en quins termes s'hauria de plantejar el problema per afrontar-lo de manera adequada (Frisby, 1979, 148-150).

En resum, la sensació visual humana no consisteix pas a transformar els objectes en imatges, sinó a reconèixer objectes, a descriure explícitament les característiques dels objectes mitjançant representacions simbòliques. Per al cervell, aquestes representacions «són» l'objecte, i n'emmagatzema un nombre formidable en la memòria en forma d'esque-

mes amb informació essencial sobre les seves característiques constants. La informació visual es coordina amb la provinent dels altres sentits, conformant així la nostra experiència permanent del món exterior. A partir d'aquesta experiència acumulada, podem deduir molts tipus de dades noves i augmentar contínuament les informacions, i per tant ampliar indefinidament els nostres coneixements sobre el món. En paraules de Gregory (1965, 220-222):

*«Els òrgans sensorials copsen diferents tipus d'energia, però nosaltres no veiem l'energia, sinó els objectes. Cada tipus d'energia constitueix una agrupació d'excitacions que en si mateixes són mancades de significat, mentre que els objectes tenen una sèrie de característiques independents de les seves dades sensorials; tenen passat i present, influències mútues i aspectes amagats que diferents circumstàncies ens posen de manifest [...] Malgrat que els móns sensorials de la vista, el tacte i l'olfacte siguin molt diferents entre si, no dubtem a admetre que ens faciliten indicacions del mateix món dels objectes. No obstant això, el nostre coneixement no queda limitat a l'experiència sensorial, perquè [...] [el nostre cervell ha aconseguit coneixements vastíssims] a partir de molt poques dades, fent deduccions i utilitzant aquestes dades per a comprovar suposicions i hipòtesis [...] L'ull humà és un instrument informatiu molt general que facilita al cervell una informació relativament molt poc elaborada, mentre que els ulls dels animals equipats amb cervells més simples arriben a eliminar la informació que no és essencial per a la seva supervivència o que el seu cervell no podria utilitzar. La llibertat de fer deduccions a partir de les dades sensorials ens permet descobrir i veure moltes més coses que la resta dels animals. El gran cervell dels mamífers, i en especial de l'home, permet que l'experiència i les suposicions juguin un gran paper en la potenciació de la informació sensorial, fins al punt que no percebem els objectes simplement per la informació que els sentits ens en faciliten en un moment donat, sinó que, a més, utilitzem aquesta informació per a aclarir les hipòtesis que ens planteja el món dels objectes. Així, la percepció acaba essent una qüestió de planteig i comprovació d'hipòtesis.»*

### **Il·lusions òptiques: hipòtesis perceptives i constàncies**

El caràcter sintètic o coordinat de les sensacions visuals, que integra la informació copsada pels fotoreceptors retínics amb la ja acumulada en la memòria i també amb

la servida i emmagatzemada pels altres sentits, apareix clarament en les anomenades «il.lusions òptiques», o sigui, en les situacions especials d'interpretació problemàtica o equivocada de les imatges d'entrada. Els psicòlegs han analitzat sempre i estudien tothora acuradament aquests casos de percepcions anòmales o fallides, perquè solen aportar precisions i indicis molt valuosos sobre el comportament visual normal -que aquí convindrà remarcar especialment a propòsit de les «constàncies perceptives». Hi ha dos tipus bàsics d'«il.lusions òptiques»: les «fisiològiques», generades per disfuncions en els mecanismes perceptius, i les «cognoscitives», generades per l'aplicació d'estratègies inadequades en el processament de les dades sensorials (cf Gregory, 1973, 49-69, esp. 55-56).

Precisem per endavant que respecte a la temàtica que ens ocupa només interessen les «il.lusions» determinades per «errors d'estratègia» -per exemple, quan les dades són ambigües o contradictòries, o bé quan són inhabituals i ens manca la informació pertinent, entre molts d'altres factors. Descartem, per tant, els errors d'interpretació relacionats amb mancances en els «mecanismes» de la vista, tant els causats per defectes oculars o d'enregistrament retínic com per defectes en la fase psíquica del processament de les dades -atribuïbles a una variada etiologia, des de la intoxicació per substàncies al·lucinògenes, als tumors o lesions cerebrals, a enfermetats mentals, i en general a somnis, deliris, miratges, estats d'aïllament prolongat, o alteracions similars (cf Gregory, 1965, 131-133; id., 1973, 72-73).

Les «il.lusions òptiques» produïdes per l'aplicació d'estratègies de processament inadequades poden respondre a causes diferents, i en tot cas demostren *ad nauseam*, per si calia, que el procés perceptiu no es limita a registrar passivament la realitat física exterior, sinó que la interpreta, en descriu de forma explícita les característiques. Una primera categoria d'«il.lusions» respon a les ambigüitats de la imatge, les quals propicien l'avaluació al-



ternativament diferent d'unes mateixes dades sensorials. Certes imatges, sense variar cap element del seu *input*, provoquen experiències visuals completament diverses, és a dir, condueixen a descripcions globals diferents a partir d'uns idèntics estímuls retínic. Un cas típic d'ambigüitat és el «cub de Necker» [fig. 1.3.11], la percepció del qual fluctua per moments a mesura que el cervell comprova les possibles hipòtesis d'interpretació -cada una es manté un moment, però cap no dura perquè aquí cap no és «millor». També il·lustren l'ambigüitat dibuixos com el de [fig. 1.3.12], susceptible d'aparèixer «un ànec o un conill», i la «sogra-nora» de Hill o l'«indi-esquimal» de Winson subjacents als de [fig. 1.3.13ab]. L'ambivalència figura-fons amb què alternativament podem «veure» algunes imatges -com «la copa o les cares» de la [fig. 1.3.14]- respon al mateix fenomen, d'altra banda prou divulgat. Són similars els casos d'ambigüitat per «inversió»; quan s'inverteix la imatge de les [figs. 1.3.15 i 1.3.16] no s'hi reconeix la «mateixa imatge invertida», sinó una «altra imatge diferent»: una altra cara, un altre paisatge.

Configuren una diversa categoria d'il·lusions les discrepàncies entre certes característiques de l'«objecte real» -el color, la forma, la magnitud, el moviment, la lluminositat, etc.- i les de l'«objecte vist». Així, podem percebre coses que en la realitat física de la imatge no existeixen, com el «triangle de Kanizsa» [fig. 1.3.17] -un triangle blanc brillant que «veiem» on només hi ha tres cercles negres seccionats i tres parelles de línies formant angle, dibuixats sobre el fons blanc del paper uniformement il·luminat. Segons Gregory (1973, 89-90) aquestes «visions» d'un «objecte fenomènic» que no responen a «objectes físics» són una prova de la creativitat del nostre sistema visual, que sempre s'esforça a donar sentit a la imatge d'entrada -algun sentit relacionat amb la pròpia experiència perceptiva- (però cf la diferent interpretació de Krisby, 1979, 143, 176-177, i també Kanizsa, 1980, 245-277).

Els exemples que il·lustren aquesta categoria són molt abundants, i afegirem al «triangle de Kanizsa» tan sols una petita mostra seleccionada d'entre els més significatius. L'«espiral de Fraser» de la [fig. 1.3.18] en realitat està formada per cercles concèntrics fragmentats en segments que s'imbriquen cap al centre. En la «il·lusió vertical-horitzontal» de la [fig. 1.3.19], els segments verticals semblen més llargs que els horitzontals, i en canvi tenen la mateixa longitud; el fenomen no ha tingut cap explicació adequada, per ara. També els segments de la «il·lusió de Müller-Lyer» [fig. 1.3.20ab] o les diagonals de la «il·lusió de Sander» [fig. 1.3.21], objectivament iguals, es «veuen» de diversa longitud. Igualment, el travesser superior de la «il·lusió de Ponzo» [fig. 1.3.22] sembla més llarg que l'inferior, mentre que en realitat són idèntics; se'n donarà l'explicació més avall. Les paral·leles obliqües tallades per altres paral·leles alternativament verticals i horitzontals de la «il·lusió de Zöllner» [fig. 1.3.23] semblen convergir o divergir. Les rectes igualment paral·leles de la «il·lusió de Hering» [fig. 1.3.24ab] es perceben com a doblades, i la recta darrera els rectangles drets de la «il·lusió de Poggendorf» [fig. 1.3.25] apareix trencada. En tots tres casos -com en la pseudoespiral de Fraser- l'efecte és degut a la influència d'una part de la imatge damunt l'altra. El mateix fenomen d'interrelació de regions en una mateixa imatge es pot donar respecte a la lluminositat, de la qual esmentem tan sols l'anomenada «il·lusió de contrast de brillantor»: la mateixa franja uniformement grisa al centre de la [fig. 1.3.26a] es veu sorprenentment més clara al costat del gris fosc, i més fosca al costat del gris clar. L'efecte encara s'intensifica en la versió en blanc i negre de la [fig. 1.3.26b] quan posem un fil -o un llapis- sobre el límit blanc/negre, migpartint l'anell gris.

Exemplifiquem la categoria d'il·lusions de tridimensionalitat paradoxals, generades per «objectes impossibles», amb l'«escala» i el «triangle» de Penrose [fig.

1.3.27abl, les «peces» de Gregory [fig. 1.3.28], i els «edificis absurds» d'unes litografies de Maurits C. Escher [fig. 1.3.29abcl. L'efecte il.lusori de cada escena paradoxal és possible només en un primer moment -perquè les seves parts locals, considerades isoladament, tenen sentit-, però quan el cervell ha d'elaborar-ne la descripció global, aleshores «s'adona» de la incoherència constructiva d'aquestes figures.

S'hauria de multiplicar el mostreig d'«il.lusions» -tant les relatives a la lluminositat i al moviment, com al color, a la inclinació, a l'amplada, etc.- si, per mor d'exhaustivitat, ara també incloguéssim la important categoria d'«il.lusions successives», és a dir els anomenats «post-efectes» o «postimatges»: les conseqüències de l'estimulació d'un moment en la percepció de fets posteriors. Però en prescindirem, perquè això suposaria encetar una problemàtica nova i que aquí resulta perfectament prescindible (per a una exposició específica del tema, cf Blakemore, 1973, 30-34; Frisby, 1979, 97-119; Gregory, 1965, 99-115). En canvi, convé remarcar encara algunes dades a propòsit d'«il.lusions simultànies» com les acabades d'esmentar -l'efecte il.lusori de les quals prové de la interactuació de dos o més estímuls presentats conjuntament-, perquè es relacionen amb modalitats o estratègies molt destacades del sistema perceptiu.

Ja s'ha dit que les «il.lusions» proven de primer antuvi que el procés visual consisteix a descriure explícitament les característiques de la imatge d'entrada, a interpretar-la o buscar-hi un sentit -a identificar-la-, i no només a registrar-ne passivament l'aspecte. En efecte, en la inadequació o «anormalitat» d'aquests ocasionals actes «il.lusoris» es detecta l'estratègia «normal» aplicada pel sistema perceptiu quan «busca el sentit». Així, d'acord amb l'explicació del processament visual com a «comparació/reconeixement» exposada en l'epígraf anterior -segons la qual interpretem les imatges d'entrada comparant-les amb les emmagatzemades en la memòria, que tenim per comprovadament

correctes arran de l'experiència visual acumulada des del naixement-, Gregory (1965, 147-163, 222-224, i sobretot 1973, 49-95) ha descrit les il·lusions en termes de «*failed hypotheses*» o «hipòtesis equivocades»: l'estratègia del sistema perceptiu consisteix a avançar hipòtesis i comprovar-les, a plantejar expectatives i confirmar-les -o corregir-les, si cal. La comprovació o confirmació de les hipòtesis seria el «reconeixement». En aquest context, les il·lusions serien casos d'«hipòtesis equivocades» perquè s'hi han aplicat inadequadament les estratègies perceptives:

*«We find close parallels between the power of "good" hypotheses in science and the power of perceptions to make effective use of limited data. Considering errors generated by "bad", or inappropriate hypotheses -these, we find, parallel many perceptual illusions. So we may summarize our position, by saying: Perceptions are hypotheses: illusions are misplaced hypotheses. Further, perceptual hypotheses may be misplaced, either because the (physiological) mechanisms mediating the hypothesis-generating strategies are malfunctioning; or because the (cognitive) hypothesis-generating strategies are inappropriate.»* (Gregory, 1973, 69)

En les il·lusions de tipus cognoscitiu que ens ocupen, Gregory (ibid., 74-90) distingeix set menes d'errors estratègics. Ja s'ha al·ludit sumàriament a alguns, en ocasió de consignar diverses categories d'exemples -així, les il·lusions generades per l'ambigüitat [figs. 1.3.11 a 1.2.16] i per paradoxes [figs. 1.3.27 a 1.3.29] de la imatge, i les generades per la creativitat perceptiva [fig. 1.3.17], o per la peculiar interrelació d'elements al si de la mateixa imatge [figs. 1.3.23 a 1.3.26]-, i ara es pot prescindir perfectament d'algun altre dels catalogats per Gregory, però en canvi convé comentar amb cert detall almenys la causa o «l'error estratègic» que genera il·lusions com les de Müller-Lyer [fig. 1.3.20ab] i de Ponzo [fig. 1.3.22]. L'error consisteix a aplicar per inèrcia a un cas inadequat una estratègia general que el cervell aplica habitualment amb plena «correcció» i eficàcia: les «constàncies perceptives» -una estratègia fonamental en el processament

de la visió, i en particular en la percepció «espacial» dels objectes, de les seves dimensions, forma, color, il·luminació... El concepte que avui s'anomena de la «constància de les magnituds, o dimensions», com també el de la «constància de la forma», ja van ser descrits amb tota claredat per René Descartes el 1637:

*«En fi, no he de dir res d'especial sobre el mecanisme per a veure la magnitud i la forma dels objectes, que depèn completament del mecanisme per a veure la distància i la posició dels seus elements components. Així, jutgem la magnitud d'acord amb els nostres coneixements o estimacions sobre la distància, associats a la magnitud de les imatges que es formen en la part posterior de l'ull. Allò que compta no és la magnitud absoluta de la imatge, que és cent vegades més gran quan és a prop nostre que no pas quan ens en separa una distància deu vegades més gran. Però, tanmateix, això no ens fa veure l'objecte cent vegades més gran (en superfície, no en magnitud lineal); al contrari, sembla tenir la mateixa magnitud en tots dos casos, i aquesta constància es manté sempre que la distància no sigui tan excessiva que ens pugui enganyar [...] Les nostres estimacions sobre la forma deriven clarament de les nostres opinions o coneixements sobre les diverses parts d'un objecte i no pas de les imatges formades en l'ull, perquè aquestes generalment porten òvals i rombes, mentre que nosaltres veiem cercles i quadrats.»*  
(Descartes, 1637, citat per Gregory, 1965, 152)

D'una banda, se sap per les lleis òptiques que la magnitud de la imatge retínica d'un objecte varia en proporció directa amb les variacions de la distància. També la seva forma varia d'acord amb la seva posició, quan varia l'angle d'inclinació i per tant la projecció de la seva imatge sobre la retina. Igualment, quan varien l'amplitud i la longitud d'ona de les radiacions incidents, també varien la intensitat i altres processos retínic relacionats amb la claredat i amb el color. Amb cada moviment del cos, del cap o dels ulls, amb els canvis continus de les condicions d'il·luminació, amb els moviments constants de les persones i coses, totes les imatges retínicas corresponents a cadascun dels objectes i al conjunt del camp visual resulten radicalment transformades.

D'altra banda, però, no percebem aquests canvis en tota la seva entitat. Certament, veiem els objectes en moviment, més grans o més petits, més o menys deformats i amb variacions de llum i color, però els canvis percebuts no corresponen en la mateixa mesura als canvis reals registrats per la retina. Per exemple, el públic d'una platea teatral sembla tenir les cares quasi de la mateixa grandària malgrat que les imatges retíniques de les cares distants són molt més petites que les corresponents als espectadors pròxims. O bé, si mirem les nostres mans de costat però a diferent distància -una amb el braç ben estirat i l'altra amb el braç plegat al colze-, ens semblaran quasi exactament de la mateixa mida a despit que la imatge retínica de la mà més allunyada sigui la meitat en mides lineals que la imatge de la mà més acostada. Si la nostra percepció del món hagués de correspondre a les característiques que ens en serveix la imatge retínica, aquest món consistiria en un caos immens d'objectes sotmesos a frenètiques i constants fluctuacions de dimensió, de forma, de claror i de color. En comptes del medi relativament estable de la nostra experiència, en el qual les persones i les coses, a desgat de moure's, mantenen constants la majoria de les seves característiques, tindriem un allau inestable i inabastable de coses que es dilaten i redueixen, es deformen i transformen sense parar i canvien contínuament d'aspecte (cf Gregory, 1965, 150-153; Kanizsa, 1980, 87-89, 119-120. Sobre l'estabilitat del nostre món visual, cf Gibson, 1950, caps. III i IX. Una exposició àmplia sobre les «constàncies perceptives» es troba a Kanizsa, *ibid.*, 87-180).

Així, doncs, en el procés de percepció normal opera una estratègia que de fet ja genera sistemàticament «il·lusions», en la mesura en què tendeix a compensar les modificacions objectives de l'estimulació retínica i a no «veure» els canvis en la seva veritable proporció [fig. 1.3.30]. El procés cerebral de compensació s'anomena «reajustament de la constància», i actúa intensament en objectes pròxims,

mentre que s'inhibeix del tot -o quasi- amb objectes distants o bé quan l'observador té pocs indicis per avaluar la profunditat. Gregory (1965, 153-154) en proposa una demostració experimental<sup>1</sup> a partir d'una postimatge:

*«En primer lloc, aconseguim una bona postimatge mirant fixament un llum brillant (preferentment un flash fotogràfic) i tot seguit una paret o una pantalla. La postimatge es veurà en la pantalla, segons la distància que ens en separi. Aleshores, dirigim els ulls a un lloc pròxim, un llibre o el palmell de la mà, i tot seguit a una paret distant de l'habitació, i observarem que la postimatge canvia sorprenentment de grandària: és més petita quan es mira com si estigués a prop, i molt més gran quan es mira com si estigués lluny. En realitat, la postimatge és gairebé el doble si el lloc on es veu és a doble distància. Aquesta inversió de la relació normal entre la grandària i la distància s'anomena llei d'Emmert. L'augment de la postimatge amb l'increment de la distància és degut a la intervenció del sistema d'ajustament de la constància, que normalment compensa la reducció de la imatge allunyada. En el cas que considerem, la imatge en si mateixa no es redueix ja que és fixa en la retina, i per això podem comprovar com funciona el mecanisme d'ajustament de la constància.»*

L'estratègia de la constància es pot aplicar incorrectament a un cas inadequat, i aleshores sorgeix una «il·lusió». Els segments de Müller-Lyer [fig. 1.3.20] amb les «puntes» endins i enfora presenten característiques de profunditat similars a les arestes interiors o exteriors de molts objectes vistos en perspectiva i als quals el cervell aplica habitualment l'ajustament de la constància; així, aplicant inadequadament la «llei d'Emmert» també als segments, «allarga» la longitud de l'element que sembla més distant -el que representa l'aresta interior d'una habitació, que sol semblar més distant d'allò que realment és, com en la [fig. 1.3.31a]- i «s'escurça» la del que sembla més pròxim -el que representa l'aresta exterior o cantonada d'un edifici, que sol semblar més pròxima a l'espectador d'allò que realment és, com en la [fig. 1.3.31b]. L'aplicació inadequada de la constància a les línies de Ponzo [fig. 1.3.22], que també presenten característiques de profunditat

associables a les d'objectes reals com les vies del tren [fig. 1.3.32a] o com els marges d'una autopista [fig. 1.3.32b], genera igualment «il.lusió», perquè la mateixa «lleï d'Emmert» hi augmenta la longitud de l'horitzontal superior -la que representa estar més lluny- i hi redueix la de la inferior -la més pròxima, en la representació. «Com que sabem que les travesses allunyades de les vies del tren tenen la mateixa amplada que les travesses pròximes -explica Gregory-, qualsevol objecte situat entre els rails a una certa distància resultarà inconscientment allargat; és evident que si els rectangles blancs [fig. 1.3.32a] fossin objectes reals situats entre els rails, immediatament sabríem que el més allunyat és més llarg». Això, de retop, mostra els lligams entre la il.lusió i la profunditat: les figures il.lusòries es veuen en profunditat d'acord amb els seus indicis de perspectiva, i la importància de la il.lusió augmenta a mesura que s'incrementen les dades sobre la profunditat (cf Gregory, 1965, 154-160; id., 1973, 74-78. Cf Frisby, 1979, 121).

El fenomen compensatori de les constàncies contribueix a explicar certs tipus d'il.lusió, doncs, però al seu torn aquestes il.lusions ens faciliten una prova -diguem-ne «de laboratori», i a través d'«errors estratègics»- de modalitats concretes del complexíssim comportament visual humà. Considerant això, ara fóra de nou simplement impensable la noció de correspondència punt retínic-punt cerebral, que tanmateix ja havíem descartat, quan es comprova que en el procés actiu de «comparació d'esquemes» o «confirmació d'hipòtesis» que emprèn el cervell intervenen altres informacions sensorials i coneixements de característiques no visuals també fixades en la memòria, i que hi actuen sofisticats factors compensatoris o de constància al marge de l'entitat precisa de l'estimulació lluminosa. A més -i això esdevé d'un gran interès per a nosaltres-, aquest comportament de la percepció visual és constant també en el sentit que el cervell sempre opera així, i tant enfront dels objectes re-



als com enfront d'una estimulació retínica hipotèticament igual que la dels objectes. L'eficàcia visual de les representacions gràfiques està associada a aquest fet. Amb paraules de Kanizsa (1980, 120):

*«Si s'aconsegueix produir sobre la retina condicions d'estimulació iguals que les que produeixen els objectes "reals", el resultat serà el mateix en tots dos casos. Cal pensar només en el cinema. Els objectes reals provoquen certs efectes fenomènics (magnitud, moviment, identitat, constància, forma, etc.); si jo els fotografio i després en projecto les ombres sobre una pantalla (els objectes "reals" ja no hi són), ombres que provoquen les mateixes constel·lacions d'estímuls i les seves transformacions, aleshores n'obtinc el resultat de tornar a veure els mateixos objectes, amb les mateixes propietats. Si l'efecte no és exactament el mateix, si no hi ha una "il·lusió" perfecta, això és només a causa d'imperficcions tècniques. La "realitat" cinematogràfica no correspon totalment a la realitat presa només a causa d'aquestes insuficiències tècniques. En el camp acústic, l'"estimulació" pot arribar a ser tècnicament tan perfecta que esdevé possible crear situacions indistingibles: una conversa enregistrada en cinta que s'escolta des de l'habitació del costat se sent com una conversa entre persones "reals", i quan parlem per telèfon amb un amic (que com a principi és una situació igual que l'anterior), tenim la impressió de sentir la seva veu directament, o a tot estirar una mica distorsionada per la llunyania.»*

De fet, el cinema i qualsevol altra representació il·lusionista com la pintura es poden considerar casos d'«il·lusions» relativament als sistemes de referències sensorials de la nostra experiència visual que desencadenen. En resum, la psique humana forma les seves imatges del món interpretant les dades retíniques d'acord amb esquemes o sistemes simbòlics de referència constants, ja coneguts o experimentats i emmagatzemats al cervell, fins al punt que l'acte de la visió conscient es pot descriure amb tota propietat com una evocació o, millor, com un reconeixement: la comprovació o confirmació que les característiques dels objectes/imatges que acaba d'esquematzitzar es corresponen amb uns esquemes de característiques d'objectes arxivats en la memòria. Els eventuais errors de la hipòtesi inicial obligaran a corregir-la, o bé comportaran «il·lusions» -i les poden com-

portar sempre que manquin les referències arxivades per avaluar els estímuls rebuts, o quan els estímuls siguin idèntics o molt similars a d'altres per als quals es tenien referències, o bé quan apareguin descontextuats. En tot cas, «veure» vol dir que la psique ha confirmat l'expectativa, ha comprovat la seva hipòtesi, i que immediatament emmagatzema o fixa la nova dada en la memòria. Aquests esquemes de referència que han de ser reconeguts, cal entendre'ls tant en relació a la visió del món real com de les seves representacions, perquè per a la nostra psique tot és «objectiu visual» i a tot aplica els mateixos mecanismes perceptius. (Cf Blakemore, 1973, 34-38; Carragher-Thurston, 1966, 109-126; Frisby, 1979, 20-34, 97-123; Gioseffi, 1963a, 275-278; Gregory, 1965, 131-163, 222-228; id., 1973, 49-95; Kanizsa, 1980, 11-22; Kubovy, 1986, 65-86; Smith, 1972, 336-339; Wright, 1983, 22.)

### **Estructures, símbols o esquemes perceptius i comunicatius**

La descripció simbòlica dels objectes -de tota la realitat exterior- operada pel cervell mitjançant estructures o esquemes no és pas exclusiva del processament òptic. La mateixa coordinació de la facultat visual amb la resta dels sentits i facultats ja suggereix que els altres paràmetres sensorials de la realitat també són emmagatzemats en la memòria mitjançant una codificació neural similar i d'alguna manera homologable. En definitiva, l'operació de reducció simbòlica dels nostres coneixements del món exterior es podria considerar una característica general del comportament de les facultats cerebrals. També ho és del llenguatge, i això aconsella de plantejar encara algunes analogies amb la visió, recurrents però útils per a reflexionar sobre aspectes molt pertinents de la funcionalitat dels símbols o esquemes visuals.

A despit que se'n sàpiga tan poca cosa en ferm, no cal pas concebre els símbols de les sensacions visuals com a

idèntics o del mateix ordre que els símbols lingüístics, però uns i altres tenen en comú algun tret operatiu destacat. Si més no, ens interessa remarcar el fet que ambdós es poden descriure com una codificació de la nostra experiència de la realitat que es resol de primer antuvi en un nivell «psicològic», el qual, d'altra banda, es manifesta en un segon nivell, diguem-ne «representatiu» o «gràfic». En el cas de la visió, el nivell psicològic seria la sensació visual, i el gràfic consistiria en la seva traducció expressiva, comunicativa: la representació pictòrica -o una representació resolta amb qualsevol altre procediment o recurs afí. Simètricament, en el cas del llenguatge el nivell psicològic correspondria als «perceptes» lingüístics, mentre que el representatiu s'identificaria amb les gramàtiques de les llengües -amb els sistemes de regles que conformen en concret una llengua i permeten als parlants-oïdors d'actuar la seva facultat lingüística. En tots dos casos, a més, tant un nivell com l'altre comporten un cert aprenentatge individual i social -naturalment, en mesura diversa i específic per a cada facultat.

Noam Chomsky (1968, 189-204) ha explicat que les operacions de la facultat del llenguatge -i en concret el seu aprenentatge- responen a estructures fixes derivades de certs principis intrínsecs de la ment i prèvies a l'experiència lingüística. Com altres estructures intel·lectuals complexes -com la facultat de formar imatges del món exterior, òbviament-, la formació psicològica del llenguatge segueix un procés del tipus següent: l'estímul físic o *input*, un cop interpretat pels processos mentals (sistema de creences, estratègies perceptuals i altres factors com l'organització de la memòria) genera «perceptes» com a *output*. «Podem imaginar el percepte com la descripció estructural d'una expressió lingüística que conté certa informació fonètica, semàntica i sintàctica» (ibid., 191-193). Aquests «perceptes» correspondrien amb molta aproximació, en el processament visual exposat abans, a la «representació simbòlica» o «des-

cripció estructural» de l'escena que «reconeixem». A més, els «perceptes» troben «representació» sistematitzada -amb expressió verbal, o fins i tot escrita- en les concretes gramàtiques de les llengües, com la «descripció estructural» d'objectes o d'escenes la té en les representacions gràfiques.

Ara bé, el «percepte»/output chomskià, com tot esquema o símbol codificador de la realitat exterior, no solament ens fa comprensible aquesta realitat -ens en dona una descripció explícita de les característiques, dèiem a propòsit de la visió- i alhora la fa expressable o comunicable, sinó que també la simplifica, la segmenta i selecciona, la limita. Cap codificació cerebral, generada com és per un procés complex amb copioses connexions que involucren en cada percepció tots els sentits i facultats, no és capaç d'incloure en el seu sistema simbòlic «tota» la realitat «tal com és», amb l'allau il·limitat d'estímul de tota mena que ens aboca. Expressat d'una altra manera, tots els símbols i codis, per la seva pròpia naturalesa «esquematzadora» o de reducció estructural, ens condicionen la comprensió de la realitat: ens en seleccionen aspectes, i en aquesta mateixa mesura ens la fan comprendre ja connotada o «interpretada». I això que assenyalem del nivell «perceptiu» val igualment, *a fortiori*, per a la seva representació o expressió «gràfica».

Convidria observar en la mateixa experiència visual i lingüística aquest doble vessant indestriable de «comprensió/interpretació» implicat en els esquemes psicològics i representatius que formem a partir de la realitat. Per exemple, com responen els «perceptes» i els camps lèxics d'una «representació» gramatical a la qüestió, aparentment innòcua, de «quants colors hi ha?» Apuntem prèviament algunes dades de la física. Per exemple, que arran de la publicació dels treballs de Newton (1704) i sobretot de les teories fonamentals de Thomas Young (1801), desenvolupades per Hermann von Helmholtz (1852), se sap que el color és una

sensació provocada a partir de l'estimulació dels fotoreceptors retínics per radiacions lluminoses amb longituds d'ona compreses entre 0,38 i 0,76  $\mu$ . A més, sembla prevaler l'opinió que els colors principals o «primaris», de la combinació dels quals es poden obtenir tots els altres, són reductibles a tres: un cert vermell, un cert verd i un cert blau -trets de les zones d'ona llarga, mitja i curta de l'espectre, respectivament, o sigui d'entorn de 0,60, 0,53 i 0,46  $\mu$ . Tanmateix, en l'actualitat hi ha diverses teories sobre el color i la seva problemàtica, sovint molt disperses o difícilment conciliables, formulades tant a partir de models físics, com òptics, com psicològics, i en les quals ara no és del cas entrar (per això, cf Frisby, 1979, 178; Gregory, 1965, 117-129; Kanizsa, 1980, 136-180; Pierantoni, 1980, 105-122). En definitiva, sembla que l'ull humà pot arribar a distingir unes 350.000 qualitats cromàtiques -cadascuna representa una relació única i diferent entre tres paràmetres físics: el to, la saturació i la lluminositat-, bé que de fet és il·limitat el nombre de combinacions pensables entre els tres paràmetres esmentats (cf Kanizsa, 1980, 148). En tot cas, però, el nombre de «colors» és tan elevat que cal excloure'n de primer antuvi la «memorització» exhaustiva.

Ara bé, en l'experiment «fundacional» de Newton, que el portà a descobrir la naturalesa composta de la llum blanca, l'espectre lluminós es divideix en set colors: vermell, ataronjat, groc, verd, blau, indi i violat (*Nova teoria de la llum i dels colors*, 8 de febrer de 1672). Un cop travessat el prisma, les bandes de color de l'espectre tenien amplada desigual i es presentaven difuminades i com una sola «continuitat», del vermell al violat; l'única raó que féu decidir a Newton i al seu assistent pel nombre de set en comptes de vuit, o de sis -posem per cas-, l'explicà ell mateix: els colors «havien» de ser set «com les notes d'una escala musical»!. La interpretació «cultural» de l'espectre cromàtic, amb l'acoblament dels dos «conductes sensorials» visual i auditiu, tenia una àmplia tradició. Per a no recu-

lar més enllà del Cinc-cents, recordem tan sols l'enginyós antecedent de l'«instrument dels colors harmònics» construït per Giuseppe Arcimboldi († 1593), un clavicèmbal de tons musicals combinats amb la progressió dels colors. Més endavant l'associació colors-sons encara donaria lloc a pintorescos artefactes, com el *clavesin pour les yeux* del pare jesuïta Castel (1725). Una idèntica confusió de l'esquema amb la realitat subjacent ha conduït, no fa gaire, a propostes similars, com el diagrama de correspondències colors-sons establert amb ordinador per W. Gardner (1978) o les combinacions paral·leles de música-color produïdes en un terminal televisiu per J.B. Mitroo (1979) (Pierantoni, 1980, 106-111). Però les esquematitzacions que suposen una interpretació de l'espectre cromàtic es poden establir d'acord amb altres paràmetres. A propòsit d'això, són molt útils observacions com les del lingüista Hans Hörmann, segons el qual

*«l'organisme humà pot distingir aproximadament uns 7 milions i mig d'impressions de color. En anglès existeixen gairebé 4.000 designacions per als colors, però habitualment només en són utilitzades vuit. Per tant podríem dir, a grans trets, que per a la codificació, o sigui, per a la comprensió i comunicació verbal de 7 milions i mig de possibilitats disposem de 4.000 paraules -o només de vuit. La codificació implica també aquí, com quasi sempre en les llengües naturals, una dràstica reducció de la multiplicitat. Altres llengües utilitzen altres tipus de categories de color. En yakuta hi ha una sola paraula per allò que en les llengües europees estàndard es designa amb dues: blau i verd. Aquestes, per tant, distingeixen un sector, una dimensió, que en yakuta no es diferencia. Ara bé, totes les dimensions de color són contínues: el vermell s'uneix a l'ataronjat amb trànsits imperceptibles, i igualment l'ataronjat en relació al groc, i aquest al verd, etc. Es podria objectar que hi ha els "colors fonamentals"; però, "on" existeixen els colors "fonamentals"? Per què tendim a considerar el vermell, el blau i el groc colors fonamentals? Altres consideren fonamentals el vermell, el blau, el groc i el verd. Cap argument físic no justifica l'admissió d'uns determinats colors fonamentals -les anomenades addicions de colors impliquen només que cal operar amb tres colors si es volen aconseguir tots els matisos del disc de Newton [...] Al capdavant, en l'esfera dels fenòmens físics no existeixen els límits precisos que hi troba el nostre llenguatge. No hi ha cap criteri físic que permeti establir fins on es pot dir "vermell" i quan ja cal dir "groc".» (Hörmann, 1967, 424)*

En les llengües xineses hi ha cinc colors fonamentals -verd, blanc, vermell, negre i groc- perquè també hi ha cinc elements -fusta, metall, foc, aigua i aire-, com hi ha cinc punts cardinals -nord, sud, est, oest i zenit-, i cinc tons musicals, i cinc gustos, i cinc estacions... Antigament el suec no tenia cap paraula específica per a designar els colors lila o violat, i aquests colors es consideraven matisos del bru terrós -de fet el terme bru apareix en noms de flors purpúries: *brunkulla*, *brunört*. D'ençà que el suec adquirí els préstecs de *lila* i *violett*, els seus parlants han après a distingir el lila i el violat del bru, i a considerar-los colors diferents. La realitat extralingüística subjacent en les expressions lingüístiques és la mateixa per a totes les llengües, però és mitjançant el llenguatge que la comprenem i la dividim, que segmentem, apleguem i classifiquem les coses que ens envolten. La realitat és un *continuum* inacabable, complex i fluent, i hi delimitem fronteres i hi establím compartimentacions en algunes bandes i no en d'altres, i en algunes bandes més que en d'altres, mitjançant els nostres sistemes semàntics. Tanmateix, atès que els sistemes semàntics de les diverses llengües del món són diferents, individus diferents utilitzaran línies divisòries que passaran per llocs diferents (Malmberg, 1959, 141).

Fóra ociós insistir en la significació «interpretativa» del fenomen de l'esquematització, i en la diversificació d'experiències de la realitat que propicia entre individus i comunitats diferents. Ens limitarem a reblar-la amb algun exemple més, encara d'àmbit lingüístic -però deixem les mostres de lèxic sobre colors: vegeu, si de cas, el treball de R.M. Boynton (1975), que mira d'analitzar en les diverses llengües el gruix perceptiu i cultural implicat en els noms dels colors.

Gairebé totes les llengües europees tenen la categoria unitària «neu», una única paraula que designa tant la neu que cau, com la neu de terra, com la neu trepitjada, com

la neu apilada, com la neu gelada, com la neu que es fon, etc. Els seus parlants aprenen a veure i «veuen» com equivalents, com una sola cosa, la neu -al marge que sigui humida, eixuta, en pols, apilada, trepitjada, bruta, gelada, en fusió... Això sorprendria a un esquimal, per al qual la neu és molt important: ell distingeix i designa amb nombroses paraules específiques cada un d'aquests diferents fenòmens i variacions que els europeus acomunem, els codifica amb nombroses subdivisions, els «reconeix» com a coses diferents amb termes diferents. I a la inversa, els azteques codificaven de forma indiferenciada «neu», «gel» i «fred», representant-los unitàriament amb la mateixa radical (Hörmann, 1967, 416-417). Ja havíem observat la diversa segmentació de la realitat -i les seves conseqüències- que comportava la distinció llatina entre *lumen* i *lux* enfront de la moderna unificació semàntica en «llum». Podríem afegir altres casos semblants: el *disegno* italià desglossable en «dibuix» i «disseny»; el «treure» català comprensiu dels termes castellans *sacar* i *quitar*; la *noche* distingida en «nit» i «vespre»; la paraula francesa *forêt* que designa «selva» però també «bosc», així com *bois* pot designar igualment «bosc» a més de «llenya» i «fusta»... (Malmberg, 1959, 142 i cf 138-146)

L'esquema -el «percepte»- segmenta i simplifica la realitat i així ens en possibilita i facilita la comprensió, però alhora també la condiona, la impregna amb la «interpretació» que és subjacent en tota selecció. En el llenguatge i, de manera similar, en la visió. La facultat del llenguatge és un tipus de reducció simbòlica de la realitat radicalment diferent que la facultat visual (vegeu-ne un exemple concret a Gombrich, 1982, 200-203), i tal vegada els símbols neurals amb què el còrtex cerebral representa a cadascuna són també essencialment diferents -per ara no en sabem quasi res-, però tant l'una com l'altra són facultats de reducció simbòlica de la nostra experiència individual i col·lectiva del món exterior. I encara que siguin facultats



específiques, operen coordinades entre elles i amb altres facultats per tal d'integrar les seves conclusions en un únic «coneixement del món». Hi insistim per a precisar el sentit i la pertinència de l'analogia: així com l'esquematzització operada en el llenguatge comporta una interpretació d'aquell sector de la realitat que s'esquematzitza -en el nivell psicològic dels «perceptes», i igualment en el nivell de la seva representació en les diverses gramàtiques de les llengües i en els seus respectius camps lèxics, que per una sola vegada podríem anomenar nivell d'expressió «gràfica», amb perdó dels lingüistes per la barroeria-, així doncs, d'una manera semblant, els esquemes visuals també comporten una certa interpretació de les imatges d'entrada i, simètricament, la comportaran encara més les seves eventuals expressions gràfiques.

En fi, «veure» vol dir també «interpretar», en el sentit que els esquemes que construïm, emmagatzemem i reconeixem signifiquen una realitat ja «connotada», i per tant una experiència visual del món no idèntica i més o menys variada segons els diferents individus i col·lectivitats. Les variacions entre individus en la percepció visual, en tot cas, poden derivar no només d'alguna alteració orgànica o de diferències detectables en la fase fisiològica de la visió, sinó també de la diversitat de les condicions i experiències implicades en la fase psicològica del seu processament.

Però la necessitat d'esquematzitzar i seleccionar els estímuls òptics ja sembla desprendre's de la mateixa configuració fisiològica dels òrgans visuals i del seu comportament. L'ull humà és un receptor relativament limitat enfront del complexíssim i fluent univers d'estímuls de tota mena emesos contínuament per la realitat exterior. Com s'ha dit, tan sols és sensible a una gamma molt restringida de radiacions -les d'una longitud d'ona compresa entre 0,38 i 0,76  $\mu$ , tot just una vuitena part de les radiacions conegudes-, i per a totes les altres és «cec». Així i tot, és talment astronòmica la quantitat d'estímuls visuals percebuts,

que el cervell no els podria emmagatzemar tots. La consciència total de la realitat és una mera utopia. El nostre cervell arxiva -recorda- només aquelles imatges que són resultat d'actes visuals conscients i atents, prèviament filtrades, encara, per estratègies estabilitzadores com les constàncies perceptives. I d'altra banda, l'atenció és essencialment selectiva: ens centrem en alguna cosa del camp visual, mai en la seva totalitat.

Cal considerar, a més, l'abast restringidíssim de la visió foveal, d'òptima acuitat, i la funció solament auxiliar de la visió perifèrica -que detecta molt eficaçment els moviments en un camp molt ampli, però dóna «imatges» de molt precària definició. Hermann von Helmholtz ho va descriure amb tota propietat:

*«L'ull és un instrument òptic de camp visual vastíssim, però només una petita part, estrictament delimitada, d'aquell camp visual dóna lloc a imatges nítides. El camp visual en el seu conjunt correspon a un dibuix el sector més important del qual es resol acuradament, mentre que la resta és només esbossat, i l'esbós és tant més aproximatiu com més ens allunyem de l'objecte principal. No obstant això, gràcies a la mobilitat de l'ull és possible examinar atentament, un darrera l'altre, tots els punts del camp visual. I com que, en qualsevol cas, només aconseguim dedicar la nostra atenció a un sol objecte cada vegada, l'únic punt que veiem distintament és suficient per ocupar-la del tot sempre que desitgem concentrar-nos en detalls. D'altra banda, l'amplitud del camp visual ens resulta útil, malgrat la seva indefinició, per abraçar amb una sola i ràpida mirada tot l'ambient de l'entorn, i per detectar immediatament qualsevol presència nova als mateixos marges del camp.» (H. von Helmholtz, *Handbuch der physiologischen Optik*, Hamburg-Leipzig, 1896<sup>2</sup>, 86, citat per Gombrich, 1982, 312)*

Ernst H. Gombrich (ibid., 208-209) proposa de comprovar-ho amb un exemple senzill: quan llegim un llibre i fixem l'atenció, i per tant orientem els 2<sup>o</sup> de visió nítida a una paraula o com a màxim a una frase breu, simultàniament només podem veure amb visió perifèrica -o sigui esvaïda i difuminada, per dir-ho metafòricament- la resta de la pàgina del llibre o l'habitació on estem llegint, a despit que tam-

bé queden dins del nostre camp visual. Si pretenguéssim una interpretació correcta del llibre o de l'habitació, ens caldria fer-hi successives passades amb la visió foveal. El més mínim acte visual eficaç comporta fixar l'atenció, isolar i seleccionar amb la zona reduidíssima de visió nítida, perquè tant la retina com el cervell es poden concentrar sobre alguna cosa del camp visual, però no pas sobre la seva totalitat: no hi estan preparats (cf *ibid.*, 8).

Com s'ha exposat en el seu lloc i recordat amb insistència, la modalitat de processament de la visió compensa aquestes limitacions mitjançant la descripció estructural de característiques codificada i acumulada en la memòria, que ens permet de reconèixer i fer deduccions i noves hipòtesis a partir de molt poques dades, i això d'una manera pràcticament automàtica i inconscient (cf Gregory, 1965, 221-228). Els símbols o esquemes visuals, doncs, d'una dràstica economia d'elements que en facilita tant la memorització com l'ús constant, potencien enormement la facultat de reconèixer i per tant ens possibiliten de moure'ns amb desimboltura en un món que sentim com a familiar.

Així, malgrat que només hem fixat i recordem bé una proporció ínfima de l'immens oceà d'estímuls visuals rebuts, gràcies al mecanisme perceptiu dels esquemes podríem reconèixer si és correcte o no ho és allò mateix que no recordem. Gombrich (1982, 3-9) ha il·lustrat aquesta eficàcia operativa dels esquemes a través d'exemples suggerents i clars, i aquí n'hi volem manllevar algun. Posem per cas, potser no recordem la relació exacta entre les orelles i les banyes d'una vaca, i no sabríem dibuixar-les, però en canvi reconeixeríem de seguida que un dibuix les ha situades incorrectament. Potser no recordem la disposició peculiar dels llavis d'un familiar, i no podríem explicar-la al pintor que li fa un retrat, però de segur que la trobaríem a faltar si el pintor no l'hagués copsada. Potser no podem descriure amb tots els detalls la nostra habitació o el nostre estudi, pe-

rò habitualment estem en condicions de reconèixer si ha estat canviada alguna cosa, fins i tot una minúcia.

La mateixa estratègia visual «esquema/comparació/reconeixement» que la psique aplica a percebre els objectes opera també en el nivell que poc abans hem anomenat gràfic o representatiu, quan es vol expressar o comunicar l'experiència obtinguda. L'analogia de la visió amb els «perceptes» chomskians del llenguatge i amb la seva representació en les diverses gramàtiques de les llengües fa avinent de plantejar aquí de manera explícita, per acabar, que també la facultat visual ha generat en el curs de la història humana diversos sistemes de símbols per a representar experiències visuals. No sembla convenient portar ara el paral·lel entre les representacions pictòriques i les gramàtiques gaire més enllà del seu enunciat -per exemple, forçant correspondències concretes entre ambdós sistemes a partir de comparacions del tipus llengua o parla/estil artístic-, però tanmateix s'ha de constatar un fet fonamental: l'existència històrica de diversos codis d'esquemes gràfics, més o menys fixos i rígids, que cercaven d'evocar percepcions visuals. Les representacions artístiques de molts «estils» -potser la majoria de les tradicions històriques conegudes- responen a aquesta voluntat d'evocació de dades òptiques mitjançant conjunts de fórmules o convencions més o menys complexes i fàcilment memoritzables, apreses per transmissió i sovint també transformades amb aportacions de procedències diverses. Algunes configuren sistemes tal vegada rudimentaris o elementals, com certs estils pictogràfics o «conceptuals» ja al·ludits a l'inici del primer capítol, però d'altres són elaborats amb una considerable sofisticació «òptica». En qualsevol cas, comporten sempre operacions relacionables amb el processament de la visió: tots són una esquematització/selecció o interpretació de l'experiència visual (cf Gombrich, 1959, 7-8, 181-217; id., 1982, 11-17).

### Reconeixement i representació

S'ha dit, fent recurs a l'analogia amb el llenguatge, que el nivell psicològic del processament visual també és susceptible d'una representació elaborada amb procediments semblants: amb esquemes gràfics memoritzables que comporten una reducció/interpretació de l'experiència visual. Fóra aberrant entendre aquest «segon nivell» com una derivació necessària o una continuïtat «natural» de la visió -a diferència de les llengües naturals, que d'alguna manera es poden entendre com la concreció que culmina la mateixa facultat del llenguatge-, perquè la capacitat humana de «representar» en el sentit d'«activitat gràfica» és una habilitat de naturalesa diferent que la de «veure». Ara bé, l'exercici de l'habilitat gràfica resta indissociablement vinculat a la percepció visual, i en depèn per una doble instància.

D'una banda, es resol per un procés que reproduïx el processament visual de «reducció esquemàtica o descripció estructural de l'objecte»/«comparació amb esquemes emmagatzemats»/«reconeixement de l'objecte», i s'hi imbrica. El pintor, en tingui o no clara consciència, refà artificiosament aquests passos mitjançant els símbols gràfics de línies i taques disposades d'una certa manera sobre una superfície de suport; el suport d'una representació és també una entitat «simbòlica»: recordem que ja Kepler distingia les «representacions-*picturae*» -les gràfiques, d'una cambra obscura o de la retina- de les «representacions-*imagines*» -*Ens Rationale* o visió- amb l'observació que aquestes eren *pendula in aëre*, i en canvi les primeres eren *fixa in papyro* o en alguna mena de superfície. Com sigui, el pintor elabora i memoritza esquemes de l'objecte que vol representar -si encara no els tenia arxivats en la memòria-, els trasllada al suport de la representació, compara els esquemes traslladats amb els memoritzats, i si comprova que coincideixen -si els traslladats li resulten prou evocadors dels memoritzats per a aquell objecte-, hi reconeix l'objecte. Altrament, haurà

de corregir-los fins que li evoquin de la manera desitjada els seus esquemes de l'objecte -o els que vol que hi reconeixin els observadors de la seva pintura.

D'altra banda, aquesta representació simbòlica o en codi realitzada pel pintor és descodificada pels eventuals observadors, els quals, al seu torn, segueixen els mateixos processos visuals de reconeixement dels esquemes referits a objectes. Quan identifiquem una representació, vol dir que hem comparat aquells esquemes evocadors d'objectes amb els esquemes d'objectes que teníem emmagatzemats per la nostra pròpia experiència visual, i hi hem reconegut els que el pintor pretenia fer-nos evocar -ens n'hem format expectatives o hipòtesis sobre la correspondència dels esquemes, i les hem confirmat.

O sigui, apliquem a la visió d'una representació d'objectes el mateix mecanisme de reconeixement que ja apliquem a la visió directa dels objectes. Canvia l'entitat del codi d'esquemes, natural en un cas -els símbols neurals del còrtex- i artificiosos en l'altre -els símbols de línies i colors damunt un suport-, però no pas l'entitat o naturalesa de les operacions de la nostra percepció visual. Tampoc no canvien les dades de referència: les estructures d'objectes emmagatzemades en la memòria per la nostra experiència visual, la qual ens permet de reconèixer els objectes tant directament com per la mediació gràfica que ens en serveix un pintor. I tanmateix, sense confusions: en condicions habituals som sempre capaços de distingir quan l'evocació de l'objecte és causada per les radiacions emeses directament pel mateix objecte, o quan ho és per les del tràmit artificiosos d'una pintura -deixem per a més endavant les precisions pertinents a aquesta qüestió.

Per tot això, és essencial de separar clarament el doble vessant que coexisteix en les representacions pictòriques: el seu valor específic d'«evocador» d'experiències visuals -o sigui, de símbol que «representa» una cosa que «no és»-, i el seu valor genèric d'«objecte» visual com qualse-

vol altre dels que envien estímuls lluminosos als nostres ulls -un objecte al qual el sistema visual aplica també les seves habituals estratègies perceptives. Volem reblar l'observació amb uns fragments incisius de Richard L. Gregory que tenen en compte el problema central de les representacions tridimensionals, i per tant al·ludeixen directament la qüestió de la perspectiva:

*«Hem de considerar l'existència d'una doble realitat. La pintura és en si mateixa un objecte físic i els nostres ulls la veuen tal com és: plana sobre el quadre on es troba. Però pot evocar molts altres objectes, persones, vaixells, edificis, que es troben en l'espai tridimensional. L'artifici de l'artista consisteix a fer-nos refusar la primera realitat i admetre la segona, de manera que veiem el seu món i no pas unes simples taques de color damunt una superfície plana [...] Una figura pot representar un objecte determinat vist des d'una determinada posició, o bé un altre objecte d'una sèrie infinita d'objectes força diferents vistos amb orientacions diferents [una el·lípsi pot representar un objecte el·líptic vist frontalment o bé un objecte circular vist en direcció oblíqua, o una gran varietat d'altres objectes vistos des de diferents angles] [cf figs. 1.3.33-1.3.35]. Per tant, si volem reconèixer sense cap mena de dubte l'objecte d'una representació, haurem de saber de quin objecte es tracta realment i quina és la seva posició en l'espai.» (Gregory, 1965, 169)*

*»Quan un artista aplica la perspectiva geomètrica no pinta allò que veu, sinó allò que representa la seva imatge retínica -que és una cosa ben diferent, perquè sobre allò que es veu actua el sistema de la constància. Una fotografia representa la imatge retínica, però no pas el veritable aspecte de l'escena fotografiada. La comparació d'un dibuix amb una fotografia presa exactament en la mateixa posició pot fer avinent la importància que l'artista dona a la perspectiva, d'una banda, i de l'altra la que dona a la representació del món exterior tal com el veu un cop les imatges retíniques han estat ajustades pel sistema de la constància [...] La cambra fotogràfica dona una veritable perspectiva geomètrica, però, com que no veiem el món exterior tal com queda recollit en la retina o en la cambra, la fotografia ens sembla deformada.» (ibid., 175)*

*»La representació d'objectes tridimensionals d'acord amb l'art de la perspectiva és en bona part errònia, en el sentit que no constitueix el món que nosaltres veiem sinó la imatge (idealitzada) que en recull la nostra retina. I nosaltres no veiem les nostres imatges retíniques, ni veiem els objectes d'acord amb la forma i les dimensions d'aquestes imatges, sinó modificats pel sistema de la constància. Així, doncs, cal que el pintor prescindeixi de la perspecti-*

*va i dibuixi el món tal com el veu? Si l'artista ignora la perspectiva, les seves pintures o quadres semblaran plans, llevat que utilitzés altres indicis adequats per a mostrar la distància -cosa que sembla impossible. En el cas que reeixís a donar sensació de profunditat per altres mitjans, el quadre també semblarà fals perquè aquests altres indicis provocaran el funcionament del sistema de constància de l'observador, amb el resultat que aquest veurà més grans els objectes distants. Per tant, l'artista haurà d'aplicar la perspectiva -pintar més petits els objectes distants- si vol que l'ajustament de la constància de l'observador quedi involucrat en els indicis de profunditat que li presenta. I aleshores haurà d'utilitzar una perspectiva completa de tal manera que l'observador vegi les dimensions i les distàncies com si realment veiés l'escena tridimensional original. La qüestió important rau en el fet que l'artista no pot donar tots els indicis de profunditat que actúen en la realitat, i ha d'optar per oferir una perspectiva modificada [per la constància].» (ibid., 176-178)*

Caldrà retornar a aquesta condició d'«objecte visual», indissociable de tota «representació d'objectes», però mentrestant convé insistir més àmpliament en el fet que les pintures són codis d'esquemes gràfics evocadors d'esquemes visuals. Ho són totes les de la història de l'art que comparteixen l'objectiu de «representar», i de manera més evident les dels estils que s'han anomenat «pictogràfics» o «conceptuals» ja que apliquen esquemes gràfics més simples i repetitius, més estereotipats, però ho són igualment les dels anomenats «naturalistes» o «òptics», que pretenen evocar més plausiblement les aparences de la nostra experiència visual. Quan els esquemes «conceptuals» es van considerar, per les raons que fos, un tipus de «selecció» insuficient o insatisfactòria -quan l'esquematzació ja no corresponia adequadament a les expectatives sobre els aspectes de la realitat que es pretenien ressaltar-, aleshores s'anà corregint i variant l'esquema, o els esquemes. L'evolució cap a esquemes «naturalistes» -cap a estils més fidels a les dades òptiques- que experimentà, per exemple, l'art grec a la fi de l'època arcaica i l'uropeu a l'etapa tardo-medieval i al Renaixement, es pot explicar segons el model d'«esquema més correcció». És el mateix que la nostra psique aplica a l'a-



nàlisi -al coneixement, o reconeixement- de la nova informació visual percebuda: té expectatives o fa hipòtesis a partir de comparacions amb esquemes ja codificats, i els identifica -o si cal, els corregeix d'acord amb les noves dades (Gombrich, 1959, 143-179; id., 1982, 11 i 14-17).

Tota representació històrica, doncs, opera necessàriament amb esquemes -(vegeu-ne la modèlica anàlisi de Gombrich, 1959, 75-111; cf Frisby, 1979, 144-148)-, només que, mentre els estils «conceptuals» es mantenen en el seu codi d'estereotips, o els varien parsimoniosament en funció de factors aleatoris, els «naturalistes» corregeixen constantment els esquemes inicials per anar-los adequant als aspectes concrets de l'experiència visual que és objecte de la representació (Gombrich, 1959, 181-217, 329-332): és a dir, remarquen que cal corregir-los, d'una banda, i de l'altra aconseguen trobar els nous esquemes per a la representació idònia d'aquell aspecte de la realitat vista. Perquè la representació sigui eficaç, de primer l'artista haurà d'haver esquematitzat les pròpies percepcions o esquemes visuals i traslladar-los damunt el suport, traduïts en esquemes gràfics satisfactoris de línies o de taques de color. Després, els observadors d'aquella representació evocadora dels esquemes visuals de l'artista, hi reconeixeran esquemes visuals propis -que poden «reconèixer» perquè en definitiva també remetent a la pròpia experiència visual, però que tal vegada no «recordaven» amb explícita consciència, i que des d'ara enriquiran el seu coneixement de la realitat.

L'operació de traduir un esquema visual -una entitat psicològica- en esquema o símbol gràfic -una entitat material, traslladable sobre un suport-, capaç de suscitar el «reconeixement» d'experiències visuals als espectadors, per a l'artista comporta necessàriament la intervenció de la memòria. L'emmagatzemament d'esquemes gràfics -corresponent i imbricat al dels psicològics- apareix més evident en els estils conceptuals perquè el seu codi d'esquemes o fórmules estereotipades es pot recordar amb relativa facilitat, però

és igualment necessari en els estils anomenats naturalistes, fins al punt que, com observa Gombrich (1982, 11), la diferència entre ambdós tipus d'estils és només de grau, per estrany que sembli.

Al mateix lloc, Gombrich refereix un record de Max Liebermann, a qui el seu professor de dibuix repetia constantment: «Allò que no se sap dibuixar de memòria, no se sap dibuixar de cap manera». I concreta, a més, que utilitza la memòria el pintor que està copiant un altre quadre -que reprodueix els esquemes trobats i elaborats per un altre pintor-, però que també l'ha d'utilitzar, i amb intervenció d'una problemàtica psicològica molt més àrdua, el que pinta del natural -el que ha de trobar els esquemes adequats. Quan s'està pintant del natural es té l'inestimable avantatge de poder confrontar fàcilment amb l'«original» els resultats del propi treball, precisar i corregir l'esquema, localitzar-ne els errors... -tanmateix, també cal dir que una cosa és detectar les errades, i una altra trobar l'esquema adequat per esmenar-les. En tot cas, pintar del natural comporta sempre la intervenció de la memòria, si més no mentre els ulls es desplacen del motiu a la tela -per a la conversió de l'esquema visual en esquema gràfic. Explicava perfectament bé aquest mecanisme un pintor diletant i poc conegut, bé que personatge famosíssim, Sir Winston Churchill:

*«Seria interessant que algú competent i autoritzat investigués la part que la memòria té en la pintura. Nosaltres mirem intensament un objecte, després la paleta, i a la fi la tela. Aquesta rep un missatge emès uns segons abans per l'objecte real. Però aquest missatge hi ha arribat a través d'una oficina de correus en route. Ha estat transmès en xifra. De llum que era, s'ha convertit en color. Així, sobre la tela arriba un criptograma que, fins que no s'ha relacionat adequadament amb tot allò que la tela ja tenia al damunt, no pot ésser desxifrat, ni el seu significat no pot esdevenir clar, ni es pot tornar a traduir de simple pigment en llum. I la llum, en aquest cas, no és la llum de la Naturalesa, sinó la de l'Art». (W.S. Churchill, *Painting as a Pastime* [London, 1948], New York, 1950, 28-29, citat per Gombrich, 1959, 45)*

El pintor «naturalista» que tradueix les seves percepcions en un conjunt de signes o esquemes -els missatges xifrats o criptogrames de Churchill, transformació de la llum en pigments de color-, disposats damunt el quadre per a suscitar el «reconeixement» dels observadors, fa recurs a la memòria tant si pinta un paisatge «de memòria» o a partir d'apunts des del seu estudi, com si el pinta directament del natural. No té gaire sentit dir que la pintura naturalista és una mera «transcripció de la naturalesa», en la qual «copiem» la realitat o la nostra visió de la realitat -com si ens limitéssim a transcriure o reproduir la famosa «pantalla interna». A tot estirar, això és una indicació metafòrica que, si fos entesa literalment, resultaria psicològicament aberrant.

En efecte, la realitat no és un quadre pla com la pintura damunt el seu suport, sinó que s'estén en profunditat, en la qual, a més, la multiplicitat dels elements i objectes vistos es distingeix vàriament pels seus colors, per les seves llums, per la textura de les seves superfícies... Ara bé, seguint l'argumentació de Gombrich (per ex., 1959, 39-45 i 1982, 12, 318-321), encara que el món real no s'assembli a una imatge plana, és possible d'obtenir artificialment una imatge plana que s'assembli al món real. La gran conquesta del naturalisme rau precisament en això, en la invenció de codis de combinacions lineals i cromàtiques distribuïts sobre un pla per a representar -per a fer evocar- la varietat de l'experiència visual del món real. Indiquem de passada que l'artifici perspectiu no pretén altra cosa: procurar que la imatge aparegui com l'objecte, i l'objecte com la imatge, i prou -no pretén demostrar, per exemple, «com» són vistes o se'ns apareixen les coses (Gombrich, 1959, 310; id., 1976, 201-202; id., 1982, 318; Gregory, 1965, 175-179). De primer, per tant, el pintor haurà d'elaborar aquests codis d'esquemes adequats, haurà de provar-los i de corregir-los fins a posseir-los completament, o almenys fins al punt d'aconseguir que siguin satisfactòriament evo-

cadors d'aquell segment del món real que es pretenia representar.

Acabem recordant, amb Gombrich, els dos episodis de la història de l'art occidental que van generar els processos tal vegada més espectaculars i de llarga durada respecte a l'elaboració/correcció d'esquemes gràfics intensament evocadors d'experiències visuals. El procés vers el naturalisme de l'escultura i la pintura gregues entre el segle VI i el segle IV aC, per exemple, es pot entendre com un conjunt de fases d'elaboració i de successiva correcció d'esquemes. Així, les figures anomenades *Kouroi*, des de la inicial rigidesa d'un esquema frontal i simètric concebut per a una única vista, de primer desplacen un peu endavant, després pleguen els braços, s'endolceix el seu glaçat somriure de màscara i finalment mou els seus cossos una lleu torsió, trencant-ne la dura simetria com si un alè de vida hagués penetrat en el marbre. La conquesta final del naturalisme es pot definir com una acumulació gradual de correccions suggerides per l'observació de la realitat. Igualment, la pintura grega, tal com podem seguir-la de lluny en la ceràmica pintada, ens mostra el descobriment de l'escorç i la conquesta de l'espai als inicis del segle V, o del clarobscur en el segle IV, com el resultat final d'un conjunt de correccions successives, en cadena, als esquemes inicials, per tal que s'ajustessin cada cop més a les dades visuals (Gombrich, 1959, 143-144; cf White, 1957, 236-249).

El factor desencadenant o determinant del canvi fou, probablement, el capgirament de la funció de les representacions, i per tant de l'actitud mental dels artistes: en comptes de cenyir-se, com a Egipte, a assegurar una presència màgica, ritual, o a consignar típicament situacions típiques -l'objectiva «veritat» enunciada, el nucli immanent i immòbil, el «què»-, pretengueren de representar imaginativament també les circumstàncies dels fets o de les històries narrades -el «com», el «per què» de les situacions. Miraren de donar-ne versions «viscudes» i versemblants, de presen-

tar-les amb la seves «aparences», evocant impressions fugisseres com si l'espectador en fos realment testimoni i es trobés davant, o enmig o en algun altre punt precís de l'escena dels fets, en paral·lel amb la mateixa actitud imaginativa i de llibertat narrativa popularitzada per la poesia homèrica (Gombrich, 1959, 146-179).

El mateix Gombrich (1982, 299) ha resumit les causes d'aquest canvi de funcionalitat de les representacions amb la denominació de «principi del testimoni ocular», el qual comporta que el pintor no ha d'incloure en la imatge res d'allò que un testimoni ocular no hagués pogut veure en un determinat moment des d'un determinat punt -regla o postulat negatiu (ibid., 299-308)-, i en aquest sentit promou de manera gairebé fatal l'estudi del punt de vista, de l'escorç i al capdavant de la perspectiva. Igualment, el «principi del testimoni ocular» comporta que el pintor ha de decidir la quantitat d'informació que convé incloure en el quadre, una qüestió més complexa perquè també depèn de les experiències visuals, dels coneixements i de la imaginació del seu eventual públic -regla o postulat positiu (ibid., 308-327; cf 200-253). En aquest sentit, no podrà transmetre informació sobre objectes dels quals no se'n tinguéssin prèviament un cert coneixement.

El segon episodi que es volia recordar -una etapa «similar» de la història de l'art, amb efectes «revolucionaris» anàlegs als de la conquesta grega del naturalisme i igualment derivats d'un canvi de funció en les representacions-, tingué lloc en l'Occident cristià a partir del Trescents i sobretot del Quatre-cents, ja amb la decisiva irrupció de la pintura narrativa de Giotto i amb el naturalisme gòtic, però en especial amb el Renaixement italià. Al nord d'Europa, els pintors flamencs i holandesos protagonitzaven un procés similar, amb objectius de caràcter més descriptiu que no pas narratiu però amb uns resultats naturalistes tant o més sorprenents. En els conjunts pictòrics, l'artista no s'acontentava de narrar-nos «què» va passar a propòsit de

tal història o de tal altre episodi religiós, sinó «com» va passar, i això comportava que el públic observador també canviés les seves expectatives i exigències en el sentit de reclamar presentacions de l'esdeveniment sagrat com si tinguessin lloc en un escenari imaginari, «dramatitzades» tal com les hauria vist un «testimoni ocular» del fet -a l'estil dels «pessebres»-diorama tridimensionals que encara avui hi ha costum de fer per les nostres terres durant el cicle nadalenc, si s'admet la comparació, intencionada i més pertinent que no sembla: l'objectiu de sant Francesc d'Assís en fundar els «pessebres» fou precisament el de «dramatitzar» el naixement de Crist. I la voluntat de «dramatitzar» la narració cal fer-la extensiva o sobreposar-la a la mateixa funció didàctica de la pintura.

Les conseqüències d'aquest canvi de funció en la pintura religiosa, i precisament les relatives a la maduració de la consciència perspectiva i a la representació tridimensional dels volums en l'espai, han estat destacades per Samuel Y. Edgerton (1975, 16-23) amb pertinents al·lusions a l'*Opus majus* de Roger Bacon, al franciscanisme i al mateix Giotto. Tanmateix, les conseqüències van tenir un abast progressivament generalitzat i van afectar, a més de la configuració de la profunditat, la de la llum, la de les superfícies, la de l'anatomia i l'expressió humanes, la dels «accessoris» naturals o artificials de l'escena... La correcció en cadena dels esquemes, per a dir-ho com Gombrich (1959, 15-17; íd., 1982, 299), no parteix pas del simple i genèric desig d'imitar les aparences naturals, sinó del de resoldre satisfactòriament cada aspecte de les representacions concretes, o sigui, del «principi del testimoni ocular»: cap observador no hauria de poder retreure, en una representació, coses com «amb una taula de pla tan inclinat els plats i vasos del damunt relliscarien i caurien per terra», o bé no hagi de preguntar-se «com té les mans i plega els braços tal personatge?», o «quins sentiments experimenta tal altre

personatge?», o «de quina tela és el seu mantell?», o bé «per què aquest volum no projecta cap ombra?»...

La troballa de nous esquemes, la seva memorització i la consegüent correcció dels esquemes vells i menys adequats -o millor, l'acumulació dels nous esquemes/correccions atesa per tota una generació de pintors o per un enter cicle pictòric-, per tal que la representació fes evocar en els observadors experiències visuals pròpies, podia implicar el recurs a coneixements «científics» -propis de les «arts liberals» com l'òptica, la geometria i les matemàtiques, l'anatomia... És prou sabut que la cultura renaixentista potencià extraordinàriament aquest recurs, amb el qual s'accelerà i multiplicà el ritme del procés esquema/correcció. En tot cas, el «principi del testimoni ocular» portà directament a la recerca d'un mètode de representació «científic» i a la descoberta de la perspectiva (ibid., 299-305).

### **Constàncies i representació**

La dependència de les «imatges naturals» que percebem respecte a les característiques de l'òrgan perceptiu i a les modalitats del seu funcionament, però també, i sobretot, la profunda imbricació d'aquestes imatges respecte a les eventuais representacions -a les «imatges artificioses» a les quals serveixen de referència-, ens ha obligat a examinar, si més no a grans trets, els processos visuals i l'entitat de la visió que conformen. Se'n desprèn de primer antuvi una dada fonamental que sempre caldrà tenir present: el caràcter psicològic i la complexitat formidable de la nostra percepció visual del món exterior converteixen la pretensió de «reproduir» artificialment l'experiència visual en una mera utopia.

Hem insistit que la visió no era assimilable a simples imatges com les d'una cambra obscura, i això no solament a causa de qualitats fisiològiques com l'estereoscopia, o com la mobilitat i la diversitat foveal/perifèrica del camp visual, o a d'altres particularitats derivades de

l'«instrument ocular», sinó encara més a causa de les derivades del «processament psicològic» dels estímuls lluminosos. La coordinació sensorial i la globalitat perceptiva, o la funció central de la memòria i la modalitat «esquematzadora i descriptiva de característiques» de l'emmagatzement de la informació, o encara la intervenció d'estratègies estabilitzadores com la de les constàncies... converteixen la «sensació a distància» que és la visió en un acte cognoscitiu enormement sofisticat. Fóra realment absurda, per tant, la idea de la reproducibilitat d'un acte visual: la «imatge de sortida» no es pot repetir per altres mitjans fora dels mateixos fisio-psicològics que l'han generada. Quan es parla d'una rèplica artística o d'una representació gràfica objectivament equivalents a «com veiem», es fa només en termes metafòrics, o bé de «ciència-ficció» -o per simple error o confusió.

En canvi, com s'ha fet prou avinent, són recurrents certs tipus de representació «visual» en el sentit de configuracions artificioses d'estímuls òptics que contenen més o menys trets similars als de la «imatge d'entrada» -i la mateixa història de l'art ho acredita amb exemples de tota mena. És a dir, d'acord amb el comportament habitual de la nostra psique, que construeix i reconeix esquemes d'objectes del món exterior, es poden simbolitzar esquematitzacions visuals d'objectes que en descriguin més o menys característiques -mitjançant els símbols de línies, taques, o recursos gràfics anàlegs aplicats d'una certa manera sobre algun suport-, a fi que, un cop presentada aquesta pintura o simbolització a la vista dels observadors, els faci evocar experiències visuals pròpies respecte a aquelles característiques i objectes. Els esquemes gràfics construïts a partir d'esquemes visuals del pintor recordaran o faran reconèixer als observadors els seus propis esquemes visuals -la seva pròpia experiència visual.

La capacitat de reconeixement del nostre sistema visual esdevé enorme, fins i tot enfront d'informacions poc



explícites, perquè «veure» implica donar sentit als estímuls lluminosos -plantejar hipòtesis i confirmar-les, o corregir-les-, i a aquest objectiu d'extreure informació nova i coherent per comparació amb les dades arxivades en la memòria també col·laboren la resta dels sentits i facultats, quan s'apliquen directament a objectes igual que quan s'apliquen a representacions d'objectes. La mateixa representació ja és un objecte, observàvem. Més avall caldrà retornar a conseqüències figuratives concretes del fet que les representacions són imatges d'entrada, i com a tals sotmeses als processos perceptius generals, però des d'ara convé deixar-ne indicada una d'especialment significativa, després de les «constàncies perceptives».

Haviem exposat a grans trets el mecanisme de les constàncies (a més, cf Gibson, 1950, caps. III i IX; Kanizsa, 1980, 87-180) i n'hem consignat els efectes remarcats per Gregory (1965, 150-163, 175-179) en relació a les il·lusions de distància i de perspectiva. A aquestes indicacions prèvies, encara cal afegir-hi una darrera, a propòsit dels efectes d'ambigüïtat en les representacions. Al·ludim tant a l'ambigüïtat inconscient com a la voluntàriament propiciada per l'aïllament de les dades, ja que l'aïllament imposa restriccions a l'estratègia de les constàncies o la fa operar en el sentit de crear il·lusions «cognoscitives». Com ja s'ha fet en tractar els esquemes i el reconeixement en la representació, també aquí ens hem atingut particularment a les explicacions d'Ernst H. Gombrich.

L'estratègia mental de les constàncies dona estabilitat al nostre món, fent prevaler allò que resta idèntic enfront de les fluctuacions circumstancials o accidentals de la seva presentació sensorial -com si la nostra psique també optés per l'essència o la «substància» de les coses, d'acord amb la vella distinció aristotèlica entre «substància» i «accidents». Més amunt hi ha hagut ocasió de remarcar que, si no fóssim relativament impermeables a la intensitat objectiva de certs canvis -per exemple, als canvis de la forma

a causa de l'angle visual, o del color a causa de la llum, o de les dimensions a causa de la distància-, la nostra capacitat d'identificar/reconèixer les coses es dissoldria «en el caos esmunyedís de les impressions que no es repeteixen mai» (Gombrich, 1959, 62). Ara bé, això equival a dir que els esquemes mitjançant els quals identifiquem/descrivim la realitat no compten tant per si mateixos, considerats isoladament, com per la seva relació constant amb els elements contextuais (per exemple, cf *ibid.*, 61-63, 328-332, 363-368; *id.*, 1982, 12-14, 22-24). Una paret blanca a l'ombra pot ser objectivament més fosca que un tros de carbó a plena llum, però fóra estrany que ens confonguéssim, perquè, en definitiva, el carbó representarà sempre en el nostre camp visual la taca més negra i la paret la més blanca, i és la lluminositat relativa aquella que interessa i de la qual som conscients. El nostre cervell fa prevaler les informacions constants, les relacions contextuais, en comptes de reaccionar d'acord amb l'efectiva diversitat de l'*input* (Frisby, 1979, 179; Gombrich, 1959, 62).

La globalitat i la contextualització perceptives garanteixen que, més enllà dels angles visuals o de les condicions de la llum i la distància, poguem reconèixer els trets invariants de rostres que ens siguin familiars, tant en la visió directa com en representacions -en retrats, en fotografies o fins i tot en caricatures (Gombrich, 1959, 401-436 i 1982, 117-154). Això esdevé especialment pertinent en la percepció de les dimensions aparents dels objectes en l'espai, inclosa la seva reducció perspectiva (*id.*, 1959, 291-349 i 1982, 12-14, 219-234). Quan trobem un amic pel carrer les dimensions de la seva imatge es dupliquen si se'ns acosta de vint metres a deu, i la mà que allarga per a saludar-nos esdevindrà gegant, però nosaltres no registrem aquests canvis en tota la seva intensitat: la imatge resta relativament constant, com tampoc no canvia el color dels seus cabells malgrat les variacions objectives de la llum i el joc dels reflexos que ens havien estimulat la retina. Les

nostres experiències perceptives ens faran esperar que una figura allunyada sigui més petita que una de pròxima, i, quan ho trobem així en la realitat o en una representació, confirmem la nostra expectativa -«reconeixem». Si les figures del fons fossin iguals que les de primer terme, les trobaríem gegants: ens costaria reconèixer-les com a iguals, i hauríem de comprovar-ho amidant-les (com a Gombrich, 1959, 338 i 1982, 232; cf id., 1973, 240) [figs. 1.3.36abc].

Esdevé sorprenent experimentar, per exemple en la fotografia d'un carrer flanquejat per fanals (com a id., 1982, 13) [fig. 1.3.37], fins a quin punt és reduïda la dimensió «perspectiva» d'un fanal del fons, quan la comparem amb la d'un d'idèntic de primer terme: costa de «veure» que sigui correcta una reducció que, isolada del seu context, apareix tan dràstica, mentre que, quan aquell fanal era al «seu» lloc en el fons, la «vèiem» perfectament normal. És la contextualització de les percepcions, la constant interacció de claus informatives, allò que permet de moure'ns en un món «familiar» i alhora d'interpretar correctament les «nove-tats» que ens presenten les «imatges d'entrada», tant si presenten objectes com si els representen -per a la nostra percepció, una representació és també un objecte (cf ibid., 224-234).

Per això, si aïléssim un element fins al punt de pertorbar aquella interacció, neutralitzaríem les constàncies i es produiria l'ambigüitat: la figura és petita però situada a primer terme, o bé és grossa però situada al fons?, un cub és ple i il.luminat des de dalt, o bé és buit i il.luminat des de baix?, una forma esfèrica és còncava i il.luminada per la dreta o convexa i il.luminada per l'esquerra? En la [fig. 1.3.38], el motlle còncav del rostre esculpít podria generar la il.lusió d'un altre rostre convex amb la il.luminació invertida, si no fos pels indicis contextuals que fan evidents els marges del mateix motlle (cf Gregory, 1973, 83-86). En tot cas, l'ambigüitat, que en si mateixa no pot ser percebuda, ens obligaria a noves i suc-

cessives conjectures -el conegut procés esquema/correcció-, fins a optar per un sentit, o simplement trobar sentit a aquell estímul visual. És a dir, fins a eliminar-ne l'ambigüitat.

Cal remarcar que, en el procés de la percepció -en el ritme hipòtesi/comprovació o bé esquema/correcció-, disposem d'un allau d'informacions infinitament superior i més contextuat quan ens movem en el món real que no pas quan hem d'interpretar-ne representacions. Ja s'ha esmentat la interacció de claus; de fet els nostres sentits no s'acontenten mai amb un únic senyal, o amb indicis d'un sol tipus, sinó que tendeixen a la «redundància», a la confirmació repetida i obtinguda a partir de dades variades: les informacions procedents de la vista -forma, dimensions, color, llum, posició, etc.- són reforçades amb les tàctils -solidesa o consistència, textura, etc.-, o sotmeses a la prova del moviment... (cf Gombrich, 1959, 331-332).

Com que l'aïllament genera ambigüitat, les representacions es basen en el recurs de suscitar «reconeixements» mitjançant una adequada contextuació. O a la inversa, segons els objectius pretesos: han tingut i tenen també una vigència copiosa, sistemàtica, les «ambigüitats» derivades de l'isolament o d'una descontextuació volguda i més o menys dosificada dels esquemes gràfics evocadors de sensacions visuals. L'«explotació», conscient o inconscient, de l'ambigüitat i dels seus mecanismes en tota mena de cicles artístics ha estat tan constant i generalitzada al llarg de la història, i fins avui mateix, que esdevindria ociós entretenir-se a il·lustrar-la (vegeu-ne les anàlisis de Gombrich, en especial a 1959, 353-473, i 1982, 22-35; cf també, per exemple, Kubovy, 1986, 52-64). Alguns artistes -així, Maurits C. Escher o René Magritte- s'hi han basat quasi exclusivament i amb èmfasis molt específics, però parteixen d'aquest fenomen la perspectiva en general i naturalment el complex de recursos -il·lusionistes o no- del dibuix, la pintura, la fotografia, les imatges publicitàries, etc., i

encara més certs decorats teatrals o les maquetes de moltes produccions cinematogràfiques [fig. 1.3.39abc]. Amb una esbalaïdora eficàcia «perceptiva», les maquetes i els muntatges amb «efectes especials» d'un film actual ens poden transportar, posem per cas, a l'espai sideral o a l'epicentre d'un terratrèmol, ens fan passar entre les flames d'una ciutat incendiada o entre les explosions i la metralla d'un combat aeri o naval, ens fan córrer enmig de feres selvatges o de monstres terrorífics... construïts a escala 1:20.