

cartilaginosa, per la sostanza carnosa, per la scorza e per la buccia (*nat.* 19,60-61). La classificazione di Plinio, che non è prettamente scientifica, verrà ripresa da Columella nel *De re rustica*. Nel Medioevo gli ortaggi erano semplicemente divisi in *herbes* e *radices*, a seconda che la loro parte commestibile si sviluppasse al di sopra o al di sotto del suolo. Anche la botanica moderna classifica i prodotti dell'orto in base alla loro parte commestibile: foglia (cavolo, bietola e lattuga), stelo (asparago e sedano), frutto (zucca, cetriolo, etc.), infiorescenza (cavolfiore e carciofo), radice (carota, ravanella, barbabietola, etc.) e semi (fagioli, piselli, etc.).

5. *Le rappresentazioni nelle arti figurative.* – I primi ad usare gli ortaggi come soggetto di affreschi furono gli antichi Egizi: la ben nota concezione dell'aldilà che aveva tale popolo rendeva inevitabile che sulle pareti della 'nuova dimora' del defunto comparissero oggetti e vivande in grado di creare un ambiente quanto più domestico e familiare. In Grecia il cibo comparve dapprima nei vasi corinzi dell'età arcaica e più tardi nelle pitture funerarie di età ellenistica. Anche i mosaici di Pompei ed Ercolano (I a.C.-I d.C.) sono ricchi di scene di vita quotidiana, pertanto è molto facile vedere raffigurate tavole imbandite sulle quali accanto a frutta e pesce campeggiano verdure di ogni tipo. Gli ortaggi diventarono i veri protagonisti dell'arte nel 1500, il secolo della 'natura morta', il genere artistico a cui diede prestigio Caravaggio.^[4] Tra le conseguenze della Controriforma ci fu infatti un rinnovamento iconografico secondo il quale gli elementi della natura, ricchi di significati simbolici, dovevano essere in grado di suscitare un forte sentimento di devozione religiosa. Il Cinquecento fu anche il secolo dei ritratti allegorici di Arcimboldi, creati tramite l'accostamento di frutta, verdura e fiori. Celebre è il ritratto di Rodolfo II come Vertumno, dio dell'abbondanza (1590).

NOTE. [1] Vd. Plin. *nat.* 19,51. – [2] *Nam utraque* (scil. *rapa et napa*) *rusticos implent.* – [3] Cfr. Plin. *nat.* 20. – [4] Vd. Caravaggio, *Canestra di frutta*, 1597-1599, Milano, Pinacoteca Ambrosiana.

BIBLIOGRAFIA. BRAMBILLA 2006; CAPODAGLIO 1935; CARAZZOLI 2003; DE CARO 2001; GREGORI 2003; LONGO 2004; PICCINATO 1933; REES 1987; SADLER 1970; WHITE 1970b, 224-271.

CRISTIANA BERNASCHI

Ottica [ὀπτικά, *optice*]. 1. *Premessa.* – Il termine 'ottica', con il valore di «scienza dei fenomeni della vista» [τὰ ὀπτικά], per quanto consta, è documentato a partire da →ARISTOTELE (*Metaph.* 3, 2, 997b 20: «la medesima cosa avverrebbe per gli oggetti studiati dall'ottica e dalla dottrina matematica dell'armonia»; vd. anche *Metaph.* 13, 2, 1077a 5: «la medesima cosa si dica per quanto attiene all'ottica ed all'armonica»; cfr. pure *APo.* 1, 13, 79a 9-13, a proposito di ὁ ὀπτικός, «studioso di ottica»: «il medesimo rapporto che intercorre tra ottica e geometria può sussistere anche tra un'altra scienza e l'ottica; ad esempio, tale è il caso per lo studio dell'arcobaleno: in effetti, il conoscere in questo campo che qualcosa è riguarda l'osservatore degli eventi naturali, mentre conoscere il motivo per cui qualcosa è riguarda l'esperto di ottica, in quanto semplicemente tale, o in quanto si fonda sulla matematica»; in →VITRUVIO (1, 1, 4) è testimoniata la forma *optice*. A partire dal filosofo peripatetico si realizza un primo timido riconoscimento funzionale dell'ottica, che →PLATONE neppure classifica tra gli ambiti dell'insegnamento della matematica: solo a partire da Euclide essa si configura come una disciplina autonoma, per quanto è possibile dedurre dalle testimonianze e dalle fonti superstiti. Tra il IV-III secolo a.C., con →EUCLIDE, ed il II secolo d.C., con →TOLEMEO, la disciplina relativa alla visione perfeziona il metodo d'indagine, arricchendosi con nuove e più complesse considerazioni, pur rimanendo inalterata l'idea fondamentale: l'occhio emette un cono di 'raggi visivi', mediante i quali è possibile percepire gli oggetti, e quindi la loro posizione, grandezza, forma e colore. Nella necessaria evoluzione dell'indagine si presentano quasi in parallelo due poli della medesima branca: l'ottica, comunemente detta, che attiene allo studio della visione diretta in rapporto con i 'raggi visivi', e la catottrica, che studia gli elementi relativi alla riflessione ed alla rifrazione. La seconda branca non è indipendente, ovviamente, dalla prima, in quanto presuppone la teoria della 'percezione visiva' elaborata dall'ottica, e ne utilizza i risultati teorici, in senso applicativo, soprattutto in rapporto alla progettazione di vari tipi di specchi, tra cui la tradizione ricorda i famosi 'specchi ustori' di forma parabolica associati all'attività di →ARCHIMEDE. Dunque, per delineare i

principi dell'ottica antica, bisogna affidarsi a due trattazioni, che ci sono pervenute: l'*Ottica* di Euclide e quella di Tolomeo.

2. *Scienza della visione*. – L'*Ottica* di Euclide,^[1] composta nei primi anni del III secolo a.C., può essere ritenuta il primo trattato di ottica ('geometrica'), con cui la disciplina si fonda su precise regole scientifiche e matematiche: come le altre opere di Euclide si presenta come un trattato 'assiomatico deduttivo'; in particolare presuppone i principi illustrati dallo scienziato negli *Elementi*, che rappresentano la fase cruciale della geometria antica e moderna. Risulta opera di grande importanza, in quanto segna l'applicazione di un metodo scientifico come diretta derivazione dalla matematica ellenistica: il punto di collegamento necessario tra la geometria, le scienze che hanno per oggetto la visione e l'astronomia, è la base per la realizzazione degli strumenti visivi.^[2] Argomento centrale dell'opera è quello della visione diretta, che, in qualche modo, si focalizza intorno alla visione dei contorni; di fatto la 'dimostrazione' del fenomeno ottico, da parte di Euclide, si collega con la geometria: sono analizzate le proprietà geometriche inerenti alla propagazione rettilinea della luce,^[3] i limiti della capacità visiva dell'occhio e delle apparenze degli oggetti in movimento. Con tali elementi di indagine si connette la teoria di intervalli (angolari) tra i 'raggi visivi', e quindi la considerazione collegata circa il 'cono' di raggi uscenti dall'occhio, che però saranno abbandonate dalla scienza posteriore ed in particolare da Tolomeo. Restano esclusi dalla trattazione i fenomeni attinenti all'origine ed alla qualità della luce ed al colore, che condizionano la sensazione visiva; inoltre quelli relativi alla rifrazione, che rientrano nell'ambito di una disciplina parallela (catottrica), di cui possediamo un'opera omonima pseudo-euclidea,^[4] ed alla rifrazione. Questa impostazione dell'ottica ('geometrica') ha tuttora una sua validità, sebbene la nozione di propagazione rettilinea della luce, che è alla base del trattato euclideo, debba essere in parte modificata sulla base delle scoperte moderne. Quindi essa è solo una parte dell'ottica; questa, in senso lato e moderno, si occupa dello studio dell'intera gamma dei fenomeni luminosi, ed inoltre delle proprietà fisiche di altre radiazioni (raggi infrarossi, ultravioletti, etc.): nozioni evidentemente estranee all'ottica antica. Nel particolare la

considerazione centrale, intorno a cui ruota la 'dimostrazione' di Euclide, si fonda su quattro elementi: a) la propagazione rettilinea della luce; b) il presupposto di un 'cono visuale', formato dai raggi che partendo dall'occhio incidono sui contorni dell'oggetto; c) la grandezza di un oggetto definita dall'ampiezza dell'angolo al vertice del cono, che coincide con la pupilla; d) la posizione dell'oggetto determinata in rapporto ai raggi che formano il campo visivo. Il trattato si apre con sette «definizioni» (ὁροι), cui seguono cinquantotto 'teoremi / proposizioni', che esemplificano la sostanza geometrica dell'assunto di Euclide. Può essere utile riprodurre in traduzione le sette definizioni:^[5] «1. i raggi visivi si propagano dall'occhio lungo delle linee dritte con una divergenza (angolare) di ampiezze molte diverse;^[6] 2. la figura racchiusa tra i raggi visivi è un cono con un vertice nell'occhio e la base lungo il confine del campo visivo;^[7] 3. sono oggetto della visione le cose sulle quali vanno a cadere i raggi visivi, mentre non sono viste quelle sulle quali non cadono i raggi visivi; 4. le cose viste secondo un angolo maggiore appaiono più grandi, minori quelle viste secondo un angolo minore, uguali quelle secondo angoli uguali; 5. le cose viste sotto raggi più elevati appaiono più elevate, quelle sotto raggi più bassi appaiono più basse; 6. nello stesso modo le cose viste sotto raggi posti più a destra appaiono più a destra, quelle sotto raggi più a sinistra appaiono più a sinistra; 7. le cose viste sotto un numero maggiore di angoli appaiono più nitide». Queste 'definizioni' rappresentano una sorta di 'rivoluzione' rispetto ad alcune teorie precedenti, che avevano affrontato il 'problema della visione'; inoltre la 'definizione' della propagazione rettilinea della luce assume la funzione di necessario collegamento tra geometria e scienze attinenti alla visione (basta ribadire che la teoria 'ottica' diviene preliminare rispetto all'indagine astronomica ed alla definizione, sul piano pratico, degli strumenti visivi). Il concetto della propagazione rettilinea della luce, che è alla base dell'ottica 'geometrica', deriva dall'osservazione empirica e sperimentale, per cui, se si pone un corpo opaco sul segmento che congiunge l'occhio con un punto definito di un oggetto, viene meno la visione di quel punto: ciò rimane valido da Euclide sino all'ottica 'geometrica' moderna, relativamente alla maggior parte dei fenomeni comuni, anche se

la fisica ha riveduto e modificato, quanto all'ottica, la nozione di propagazione rettilinea della luce, tenendo conto dei fenomeni d'interferenza e di diffrazione, che si configurano come deviazione di questa 'norma' sulla propagazione rettilinea. La conseguenza immediata dell'affermazione di Euclide è il concetto dei «raggi visivi» (ὄψεις), che, partendo dall'occhio, vengono a formare un 'insieme discreto', con un rapporto, in cui la distanza angolare 'è finita': da ciò deriva la conseguente deduzione di un «intervallo angolare» (διάστημα) tra i «raggi visivi». Sembra evidente che il trattato euclideo, basato sul problema delle grandezze angolari, abbia come punto di riferimento l'altro grande trattato, rappresentato dagli *Elementi*, ed inoltre rappresenti una preliminare base per la teoria delle osservazioni astronomiche contenute nei *Fenomeni*.^[8] La formulazione di Euclide, come si è detto, venne successivamente accantonata da Tolomeo, che considerò invece un 'continuo di raggi'. Proprio la dottrina di Tolomeo, e la critica di Ibn al-Haitham, detto Alhazen (965-1039), circa la teoria dei 'raggi visivi' provenienti dall'occhio, sono alla base delle critiche, che scienziati moderni e storici della scienza hanno formulato nei riguardi della teoria euclidea. In particolare Ibn al-Haitham, autore di un importante *Opticae Thesaurus*, in 7 libri, pubblicato da F. Risner a Basilea nel 1572, contesta alla base la teoria euclidea dei 'raggi emessi dall'occhio' e ritorna a quella platonica-empedoclea: questo trattato di ottica fisico-matematica ebbe notevole fortuna nel Medioevo e fino a tutto il secolo XVI in Occidente. Sulla medesima linea si colloca l'indagine di Witelo (Vitellione): la sua *Prospettiva*, composta intorno al 1270 per Guglielmo di Moerbeke e pubblicata per la prima volta a Norimberga nel 1535, presenta una sezione importante, che raccoglie testi greci ed arabi e soprattutto la traduzione del trattato di Ibn al-Haitham (Alhazen). L'importanza dell'opera, testo fondamentale per gli studiosi successivi, è sottolineata dal fatto che Keplero scrisse un'opera dal titolo *Ad Vitellionem paralipomena* (Francoforte, 1604). Nel contesto dell'indagine Witelo abbandona, in modo definitivo, la teoria euclidea dei 'raggi visivi' emessi dall'occhio e sostiene la validità della teoria atomistica: in tal modo si ritorna inopinatamente alla fase pre-euclidea (vd. par. 3a, b, c).^[9]

3. *Storia e problemi.* – Come la matematica

e la geometria greche, dopo un breve periodo di crisi nel V secolo a.C., pervennero alla piena e compiuta realizzazione dei propri strumenti d'indagine con →EUDOSSO di Cnido, così la 'scienza della visione' trovò in Euclide l'artefice di una sistemazione scientifica e complessiva dei problemi inerenti alla visione nell'ambito di una progressiva e costante maturazione della ricerca. Risulta ovvio pensare: come gli *Elementi* euclidei possono essere considerati un insostituibile e formidabile trattato, in cui sono organicamente sistemati, integrati e rielaborati i risultati realizzati in precedenza dalla speculazione greca nell'ambito dell'aritmetica e della geometria elementare, così il medesimo processo di formazione può essere alla base della struttura concettuale e scientifica dell'*Ottica*. Inoltre non si può ignorare l'ipotesi che la medicina ellenistica, soprattutto ad opera di →EROFILO di Calcedonia (contemporaneo di Euclide), cui si deve un trattato di oftalmologia basato sulla distinzione delle parti componenti il bulbo oculare (ed in particolare sulla individuazione del cristallino come lente trasparente e sulla struttura 'reticolare' della retina), abbia notevolmente contribuito alla definizione scientifica della teoria euclidea.^[10] Sotto questo aspetto meritano di essere riportate alcune nitide considerazioni di L. Russo: "Abbiamo visto, ad esempio, che Erofilo conosce la struttura 'reticolare' della retina (come risulta chiaramente dalla sua scelta del nome). Una tale struttura può facilmente suggerire l'idea dell'esistenza di un insieme di fotorecettori. Per costruire un modello matematico della visione, è allora naturale considerare un insieme discreto di 'raggi visuali': uno per ciascun elemento strutturale attivo della retina. In questo modo si può formulare una teoria che spieghi quantitativamente il potere risolutivo dell'occhio umano. È esattamente ciò che fa Euclide, assumendo che i 'raggi visuali' formino un insieme discreto, con una distanza angolare reciproca finita. Gli studiosi moderni, non riconoscendo più nell'ottica classica un modello matematico dell'atto fisiologico della visione (anche a causa della successiva totale assenza, per almeno due millenni, di modelli matematici di processi fisiologici) hanno considerato una 'ipotesi falsa' la scelta di Euclide".^[11] Prescindendo dalle critiche, non del tutto accettabili, di molti storici della scienza avanzate contro il 'modello' euclideo, rimangono sostanzialmen-

te validi i punti qualificanti dell'*Ottica*. Questi elementi di giudizio rappresentano il fulcro della 'centralità' scientifica di Euclide. La 'centralità', sul piano storico-culturale, è riconosciuta anche da coloro che considerano l'*Ottica* come il punto di convergenza ed il momento della sistemazione della terminologia relativa alla visione, ravvisabile all'interno della cultura letteraria, filosofica e scientifica dei Greci; inoltre il trattato euclideo si configura come punto di partenza per opere omologhe e per riferimenti scientifici successivi, in modo tale che le altre fonti si possono ricondurre direttamente o indirettamente a questo trattato. In particolare nella linea d'indagine tracciata da Ch. Mugler viene precisato che la terminologia scientifica, relativa all'ottica ed alla visione, quale ci perviene tramite il trattato euclideo, non può non presupporre un'approfondita speculazione teorica, che è ricostruibile attraverso frammenti specifici dei presocratici, degli atomisti, di passi significativi di Platone ed Aristotele, dedicati all'indagine sulla percezione visiva. Parallela procede una diversa ma coerente linea di sviluppo, in cui si individuano anticipazioni della terminologia relativa alla percezione visiva in un arco temporale, che va dall'inizio della letteratura greca sino all'età ellenistica; in tal modo questa terminologia sembra enucleabile da fonti letterarie (Omero, Esiodo, Pindaro, Eschilo, Sofocle, Aristofane, Apollonio Rodio, Teocrito, etc.), per cui Ch. Mugler ritiene di poter giungere ad una simile formulazione: "on peut dire que chez les Grecs l'optique scientifique élaborée par une élite de penseurs est fondée sur une optique populaire faite de l'ensemble des observations et des intuitions de toute une nation".^[12] Queste affermazioni possono essere ammirevoli, ma sembrano del tutto deboli sotto il profilo scientifico: esse tendono ad intravedere o ad innestare in alcune forme nominali e verbali, relative alla sfera 'generica' della visione, significati che non hanno alcuna attinenza con una terminologia scientifica dell'ottica. Si può anche affermare, per quanto è possibile ricavare dalle fonti superstiti, che la teoria della visione avesse attirato l'attenzione dei filosofi greci dalla scuola pitagorica sino ad Aristotele, ma l'interesse era centrato sugli aspetti fisiologici della visione piuttosto che su elementi di ordine fisico e scientifico. Quindi, per comprendere pienamente questa 'rivoluzione' euclidea,

è opportuno accennare alle varie teorie precedenti in materia di visione:

a. La fase iniziale della 'teoria della visione', che aveva affrontato il problema sotto un duplice aspetto (1. cosa è la luce; 2. modalità di percezione delle immagini), è rappresentata dalla cosiddetta scuola 'emissionista', che si fa risalire a →PITAGORA: riteneva che gli occhi emettessero dei 'raggi visuali', i quali raggiungevano gli oggetti e quindi percepivano distanza, forma e colore. Si veda la testimonianza di Aezio (*Plac.* 4, 13, 9-10): «Ipparco afferma che <dei raggi>, protendendosi da ciascuno dei due occhi, toccano con i loro estremi, come con contatti di mani, i corpi esterni, suscitando nella facoltà visiva la loro apprensione. Altri attribuiscono questa opinione anche a Pitagora come a quello che è ritenuto sostegno sicuro delle dottrine scientifiche, ed oltre a lui a →PARMENIDE, che nei suoi versi esprimerrebbe questa teoria». In parte diversa è la configurazione di questa teoria presso →EMPEDOCLE, come sottolinea ps.-Galeno (*Hist. phil.* 94): «Altri invece la spiegano con l'emissione di alcuni raggi, nel senso che la vista di nuovo si volge indietro, dopo aver incontrato la resistenza dell'oggetto. Empedocle afferma che i raggi per mezzo dei simulacri suscitano la sensazione visiva in ciascuno dei due occhi, che si protendono con i propri estremi come con contatti di mani che toccano i corpi esterni»). Questa teoria empedoclea è in parte chiarita da →TEOFRASTO (*Sens.* 7): «Anche Empedocle cerca di dire in che cosa consista la vista: sostiene che c'è fuoco all'interno, terra ed aria all'intorno, ed attraverso queste il fuoco, essendo sottile, fuoriesce come la luce dei fanali. I pori del fuoco e dell'acqua sono disposti in modo alternato: percepiamo l'oggetto bianco con quelli del fuoco, ed il nero con quelli dell'acqua, perché i due oggetti si adattano ai pori secondo le due percezioni; i colori sono portati alla vista mediante l'effluvio dell'oggetto».

b. Opposta si configura la teoria degli atomisti, i quali, a partire da Leucippo, ritenevano che gli oggetti emettessero dei 'simulacri', che erano percepiti dagli occhi, come chiariscono le testimonianze di Diogene Laerzio (10, 49 [*Epicur. Epist. ad Herod.*]): «occorre avere ben chiaro che noi vediamo le forme delle cose e ne facciamo oggetto del pensiero per il fatto che qualcosa sopravviene a noi dall'esterno. Non sarebbe possibile che le cose esterne imprimes-

sero in noi la loro natura, la loro forma o il loro colore soltanto per mezzo dell'aria che c'è tra loro e noi, né per mezzo di raggi o correnti di qualsiasi specie che si dipartissero da noi verso di loro, mentre invece tutto ciò è possibile per mezzo di immagini che giungano a noi dagli oggetti esterni, di colore e di forma simile a quelli, e di grandezza proporzionata alla nostra vista ed alla nostra mente»; Aezio (*Plac.* 4, 13, 1): «Leucippo, →DEMOCRITO, →EPICURO ritengono che la sensazione visiva sia causata dall'introduzione di simulacri»; →LUCREZIO (4, 217): «i corpi che colpiscono gli occhi e producono la visione»; Nemesiano (*nat. hom.* 7): «gli epicurei affermano che i simulacri degli oggetti visibili ai sensi colpiscono gli occhi»; Alessandro d' Afrodizia (*in Sens.*, CAG III 1, p. 24, 18-21 Wendland): «egli (Democrito) ritiene, e già prima di lui Leucippo, e dopo di lui Epicuro e la sua scuola, che alcuni simulacri, i quali affluiscono da certe realtà (e queste realtà sono gli oggetti visibili), conservando forma simile a ciò da cui promanano, colpiscono gli occhi di coloro che vedono, ed in tal modo si realizzi la visione».^[13]

c. Platone rappresenta la sintesi delle due teorie precedenti, sulla base di una elaborazione della 'dottrina' empedoclea (definita anche come 'teoria degli effluvi'). Ritiene infatti che sia gli occhi che gli oggetti emanino 'raggi luminosi', che si fondono e danno origine alla visione: in sostanza questa è determinata dall'incontro fra il 'fuoco virtuale', che è dentro di noi, emesso dagli occhi, ed il fuoco esterno della luce diurna. La posizione platonica è precisata dalle testimonianze di Aezio (*Plac.* 4, 13, 11): «Platone parla di convergenza di raggi: il fascio luminoso che parte dagli occhi si diffonde per un certo tratto dell'aria, che ha la stessa natura; il fascio che parte dai corpi va incontro al primo; il fascio che è nell'aria intermedia, che è facile a diffondersi ed a mutarsi, si distende con l'elemento igneo della vista. Questa è la cosiddetta convergenza platonica»; Teofrasto (*Sens.* 5): «Platone dunque ha esposto un'opinione intermedia tra quelli che affermano che la vista cade sugli oggetti e quelli che sostengono che il movimento è dagli oggetti visibili alla vista»). In sostanza questa concezione platonica della visione si basa su tre presupposti: 1. l'esistenza di un 'fuoco visuale', contenuto nell'occhio, da cui viene emesso come una sorta di corrente continua, quando le palpebre

sono aperte; 2. il fuoco connaturato a ciascun oggetto visibile, che si manifesta come colore; 3. il fuoco (ovvero la luce del giorno), senza il quale non si può realizzare la visione (cfr. il passo platonico di *Ti.* 16, 45 b-d).

d. Aristotele affronta il problema della visione all'interno di un complesso ragionamento filosofico, scarso di valore scientifico (*de An.* 2, 7, 418a 29-419a 22): «Il visibile è in realtà il colore, ed il colore è ciò che sta sulla superficie degli oggetti visibili per sé: intendo per sé non ciò che è visibile per la sua essenza, ma ciò che ha in se stesso la causa della sua visibilità. Ogni colore ha il potere di muovere il 'diafano' in atto, ed è questa la sua natura. Perciò il colore non è visibile senza la luce, ma il colore di qualsiasi cosa si vede nella luce. Per tale motivo si deve dire prima di tutto che cosa sia la luce. Esiste dunque il 'diafano': definisco 'diafano' ciò che è visibile, ma, per dirla chiaramente, non visibile per sé ma mediante un colore estraneo. Tali sono l'aria, l'acqua e molti dei corpi solidi, ma non in quanto acqua, né in quanto aria sono 'diafani', bensì perché è in essi una qualità naturale: la stessa che è in entrambi e nel corpo eterno in alto. La luce è l'atto di questo, cioè del 'diafano' in quanto 'diafano'. Dove il 'diafano' non è se non in potenza ci sono le tenebre. La luce, in qualche modo, è il colore del 'diafano', quando questo è in 'entelechia' sotto l'azione del fuoco o di qualcosa simile al corpo celeste, perché anche a questo corpo appartiene un attributo che è uno ed identico a quello del fuoco [...]. Per tale motivo erra Empedocle, e chiunque altro come lui, quando afferma che la luce si propaga e si distende in un dato momento tra la terra e l'estremo limite dell'universo, senza che ce ne accorgiamo». In definitiva si può affermare che la visione si realizza a causa delle modificazioni prodotte nel 'diafano' dagli oggetti, e questa non è di natura ignea; inoltre la luce è l'atto del 'diafano' prodotto dall'azione del fuoco, e quindi in assenza di fuoco, oppure del sole, c'è la presenza delle tenebre, in quanto il 'diafano' è solo in potenza. Per queste teorie la presenza di luce esterna diviene condizione imprescindibile per realizzare l'atto della visione, come chiariscono le testimonianze di Platone (*Ti.* 16, 45d), con l'affermazione della luce diurna come produttrice della visione; ed ancora di Platone (*R.* 6, 19, 508a-d), con l'affermazione del sole come produttore della visione. Inol-

tre, per il problema della visione e della luce, significativa è l'osservazione di Aristotele (*de An.* 3, 3, 429a 3-5): «poiché la vista è il senso per eccellenza, la visione (*φαντασία*) ha mutuato dalla luce (*φῶς*) anche il nome: senza luce, infatti, non si può vedere» (cfr. anche il già citato passo di *de An.* 2, 7, a proposito degli elementi relativi al 'visibile' ed alla 'vista'). Al passo di Aristotele si possono aggiungere ulteriori e significative testimonianze: Teofrasto (*Sens.* 54): «ma forse è il sole che produce l'immagine, portando all'organo visivo la luce in forma <di raggio>, come sembra che egli (Democrito) voglia dire»; Diogene Laerzio (8, 29): «egli (Pitagora) definisce gli occhi come porte del sole»; Lucrezio (4, 319-322): «appena (il flusso) le vie degli occhi ha riempito di luce ed ha dischiuso quelle che l'aria scura aveva serrato, subito tengono dietro i simulacri dei 'corpi', che sono nella luce, e ci colpiscono e noi realizziamo la visione».^[14]

e. Gli Stoici infine, a quanto sappiamo, realizzano una teoria della visione, che presenta notevoli differenze rispetto a quelle sinora descritte; si vedano le testimonianze di Aezio (*Plac.* 4, 15, 1-3): «Lo stoico Sfero afferma che la tenebra è visibile, in quanto dalla vista si effonde verso essa una certa luminosità. Gli Stoici affermano che la tenebra è visibile, in quanto dalla vista si effonde verso essa una certa luminosità. E la vista non si inganna: si vede realmente che è tenebra. Crisippo afferma che noi vediamo per la tensione dell'aria intermedia, che è colpita dallo 'pneuma' visivo, che si estende dalla parte 'egemonica' fino alla pupilla, e, urtando nell'aria circostante, la tende in forma di cono, qualora l'aria sia della stessa natura. Dagli occhi poi si diffondono raggi ignei, non neri e caliginosi: per tal motivo la tenebra è visibile»; (*Plac.* 4, 21, 3): «la vista è 'pneuma' che si estende dallo 'egemonico' fino agli occhi». Questa panoramica dimostra la diversa natura delle teorie esposte rispetto al procedimento geometrico-matematico proprio dell'*Ottica* euclidea: la prima fase si può definire 'speculazione', con Euclide quindi si entra nel campo della scienza. In conclusione è possibile affermare che la teoria della visione greca presenta una quantità apprezzabile di osservazioni di carattere fisico, fisiologico e metafisico, ma solo con l'ottica ('geometrica') nasce l'ottica come scienza della visione (per alcune preliminari indicazioni sul problema della visione cfr.

anche →ALCMEONE di Crotone, 2; →ARCHITA, 3; →ARISTARCO di Samo, 2).

4. *La fase post-euclidea.* – Dopo Euclide la fase conclusiva della ricerca antica è rappresentata dall'*Ottica* di Tolomeo (138-180 d.C.). Di questo trattato sono sopravvissuti i libri II-V attraverso una versione in lingua latina eseguita da un tale Eugenio (1150), di origine siciliana, su un modello arabo: risulta mancante la sezione finale del libro V.^[15] L'importanza dell'opera di Tolomeo consiste nel fatto che essa rappresenta una sorta di 'summa' delle conoscenze note ai suoi tempi sui fenomeni di carattere ottico: visione diretta, visione binoculare, studio sulla visione dei colori, riflessione, specchi piani e concavi; inoltre Tolomeo spinge la sua indagine sino al punto di definire alcune leggi della rifrazione (rifrazione della luce attraverso aria-acqua, aria-vetro, acqua-vetro) e intuisce il problema della rifrazione astronomica: egli deduce questo principio dal fatto che sull'orizzonte sono visibili stelle che non si sono levate e stelle che sono già tramontate. Nell'ambito della sua indagine Tolomeo, a differenza di Euclide, che aveva posto al centro della ricerca il problema della visione diretta e della prospettiva, si occupa anche dei processi fisici della visione e delle correlate illusioni ottiche. Per tale motivo alcuni aspetti dell'indagine di Tolomeo hanno anche attinenza con la catottrica, come è evidente dai libri III-IV, che trattano la teoria degli specchi, e dalla sezione residua del libro V, che tratta la teoria della rifrazione.^[16] Dopo Tolomeo la decadenza delle discipline attinenti alla fisica (compresa l'ottica) produsse solo opere di carattere compilativo. Intanto sul versante latino non venne realizzato alcun trattato specifico di carattere fisico-scientifico: i Romani si limitarono a ricavare dalla scienza greca ciò che era utile ai fini di un'applicazione pratica; quindi si possono ricavare sparse indicazioni in contesti enciclopedici come le *Naturales Quaestiones* di →SENECA, la *Naturalis Historia* di →PLINIO, il *De architectura* di Vitruvio, oltre che, come si è visto, in alcune sezioni del *De rerum natura* di →LUCREZIO. Nel IV secolo d.C. →TEONE di Alessandria apprestò una 'recensione' del trattato di Euclide, premettendo una prefazione, in cui è immaginata una conversazione con Euclide, che serve a chiarire alcuni elementi dell'opera dal punto di vista della riflessione di Teone. Il risultato dell'intervento di Teone si condensa su alcuni punti 'qualifi-

canti', che dovrebbero chiarire l'interpretazione della 'teoria' di Euclide, forse per esigenze legate all'insegnamento ed alla scuola. L'interpretazione di Teone altera in numerosi punti la redazione originaria del trattato, come è possibile constatare dal confronto tra i vari testimoni della tradizione; queste notevoli divergenze sono di diversa tipologia: alcune 'proposizioni' sono più o meno mutate, altre subiscono un procedimento di compendio, altre ancora sono omesse, oppure si può constatare qualche raro prodotto di interpolazione.^[17] La 'recensione' di Teone ebbe notevole fortuna, per cui si può affermare che le due opere (l'*Ottica* genuina e la spuria) attraversano insieme la fase tardo-antica sino al Medioevo; ed in particolare dell'Euclide genuino troviamo evidenti tracce nella traduzione araba di Honein, in alcune riprese di Giorgio Pachimere (secolo XIII), e nei codici che trasmettono una *interpretatio latina*: sembra anche certo che il testo greco fosse ancora conosciuto in Italia meridionale intorno al secolo XII.^[18] A partire dal Rinascimento la 'recensione' di Teone prende il posto del trattato originario, divenendo di fatto un manuale di uso: in questa fase culturale Euclide viene interpretato attraverso Teone, la cui opera venne tradotta ripetutamente.^[19] I secoli successivi mostrano un interesse sempre più rarefatto verso la teoria di Euclide/Teone, in quanto l'interesse dell'ottica si sposta su altri versanti, sembrando insufficiente la sola teoria dell'ottica 'geometrica': i nuovi problemi sono quelli relativi alla diottrica, alla fisiologia della visione, al colore, alla 'natura' della luce. Solo nel 1895, dopo gli studi e l'edizione critica di I. L. Heiberg, il trattato originario di Euclide ritorna alla luce, consentendo un confronto accurato con la 'recensione' di Teone.^[20]

5. *Catottrica*. – Questa branca dell'ottica, di tipo applicativo-sperimentale, si fonda sulle leggi della riflessione. In quanto tale era la base per la progettazione e la costruzione di vari tipi di specchi (tra cui i leggendari 'specchi ustori' assegnati dalla tradizione alla capacità inventiva di →ARCHIMEDE (è utile ricordare la notizia di un suo scritto sull'argomento, probabilmente fonte di altre opere analoghe successive: vd. HEATH 1921, 203); per lo studio sui raggi ustori e la relativa costruzione la tradizione ricorda anche Dositeo, →APOLLONIO di Perga, nel III secolo a.C., e Diocle nel II secolo a.C.). Per lo studio della catottrica si possono utilizzare

tre fonti: 1. la *Catottrica*, che nella tradizione accompagna l'*Ottica* genuina di Euclide; 2. la *Catottrica* di →ERONE d'Alessandria (I secolo d.C.); 3. i libri III-IV-V dell'*Ottica* di Tolomeo, di cui si è detto sopra. Gli studi di I. L. Heiberg e di A. Lejeune hanno dimostrato che la prima opera, attribuita ad Euclide, è in realtà una tarda compilazione e rielaborazione da assegnare, con molta probabilità, a Teone d'Alessandria, autore della già ricordata 'recensione' dell'*Ottica* di Euclide. Questo fatto può essere dedotto dalla seguente considerazione: valore scientifico mediocre per la forma poco accurata delle dimostrazioni e per gli evidenti errori di geometria; non si può escludere però che questo trattato possa contenere anche elementi dell'originaria opera di Euclide. L'esistenza di un originale euclideo, dedicato alla catottrica, può essere dedotta dalla citazione che lo stesso Euclide fa nell'*Ottica*, teorema 19 (ed. HEIBERG 1895, 30, 2-3): «[...] sono riflessi secondo angoli uguali, come è detto nella *Catottrica* [...]».^[21] L'opera di Erone è pervenuta tramite una traduzione latina di età medievale (dal titolo *Ptolemaei de speculis*): lo stato del testo trasmesso fa sospettare l'intervento di un epitomatore, il quale ha elaborato una serie di estratti, che non hanno tra loro un sicuro e preciso collegamento. Nel testo di Erone è interessante notare, per quanto è recuperabile dallo stato 'compresso' delle varie sezioni, alcuni punti: 1. la discussione sull'ambito e sulle suddivisioni dell'ottica; 2. la riflessione sul problema della propagazione rettilinea della luce; 3. la teoria relativa agli angoli d'incidenza ed alla rifrazione del 'raggio visuale'; 4. la questione relativa agli specchi piani e convessi: manca la sezione relativa a quelli concavi, giustificabile per lo stato incompleto del testo. Come si è detto (vd. par. 4), anche l'opera di Tolomeo è trasmessa tramite una traduzione latina medievale. In questo caso, a differenza dell'opera di Erone, la tradizione sembra aver conservato un testo abbastanza accettabile, pur con evidenti difficoltà sul piano dell'esegesi. La sua ricerca, che si configura come lo stadio più evoluto della catottrica, studia in sequenza gli specchi piani, convessi e concavi: l'attività, quale si desume dalle sue osservazioni, tende soprattutto alla sperimentazione ed al conseguimento delle misure come frutto dell'esperimento.^[22] Dopo di lui, come di fatto avviene per ogni branca della scienza antica, si palesa la decadenza.^[23]

6. *Ottica e prospettiva*. – L'importanza dell'ottica ('geometrica'), come teoria scientifica, non ha valore solo sul piano della speculazione delle cosiddette 'discipline esatte', ma diede impulso alla definizione delle 'leggi della prospettiva', che hanno incidenza sul versante artistico: in questa rientrano anche una serie di 'fenomeni', che si osservano quotidianamente. In questo senso la prospettiva serve a dare, in rapporto con qualsiasi oggetto reale, una immagine che abbia corrispondenza con quella fornita dalla visione diretta. Sul piano artistico Polignoto (v secolo a.C.) aveva intuito e realizzato l'importanza di collegare in una prospettiva d'insieme le varie figure di una rappresentazione, collocandole su piani diversi, rompendo la tecnica arcaica delle diverse scene a fregio; i suoi discepoli e seguaci Agatarco di Samo ed Apollodoro di Atene (il cosiddetto 'creatore del chiaroscuro') portano a maturazione l'intuizione di Polignoto, collegando strettamente la pittura con la scenografia. Inoltre il trattato sulla scenografia, attribuito ad Agatarco, potrebbe essere alla base delle riflessioni di →ANASSAGORA e di →DEMOCRITO sul problema della prospettiva. Sul piano storico la testimonianza di Vitruvio (7, praef. 11) fa risalire proprio ad Agatarco di Samo (v secolo a.C.) la prima codifica delle 'leggi prospettiche' applicate alla scenografia (è utile ricordare che egli dipinse scene per Eschilo): per quanto si può pensare, si tratta della intuizione 'empirica' sulla necessità di determinare il rapporto prospettico dell'insieme del prodotto artistico.^[24] Inoltre la definizione della prospettiva presentata da Vitruvio (1, 2, 2: *item scaenographia est frontis et laterum abscedentium adumbratio ad circinique centrum omnium linearum responsus*) è di estrema importanza per comprendere il problema piuttosto complesso, che è alla base della 'speculazione' nel mondo antico: da una parte è evidente la presenza di fonti ellenistiche, dall'altra sembrano coesistere anche indizi di una dipendenza da fonti dell'età classica.^[25] Sebbene si ritenga che la prospettiva basata su 'regole scientifiche' sia un prodotto moderno (xv secolo), non c'è dubbio che nel mondo antico queste nozioni, dipendenti dall'O., sembrano piuttosto evolute ed influenzate dai principi dell'O. 'geometrica'. Proprio nel fervore della 'rivoluzione' scientifica di età ellenistica, nasce il cosiddetto 'secondo stile' o 'stile architettonico' nell'ambito della pittura

(II-I secolo a.C.). In questo contesto culturale sembra evidente che la rappresentazione del prodotto artistico si focalizzi intorno ad un punto di vista centrale, che viene a coincidere con l'occhio di chi osserva; inoltre le linee dei piani si sollevano e si abbassano rispetto alla linea dell'orizzonte: pare ovvio desumere un interessante rapporto con i principi dell'ottica euclidea, che rimane il sostanziale punto di riferimento nell'ambito della teoria della visione e quindi della prospettiva.

NOTE. [1] Lo scienziato, di poco anteriore ad Archimede, che lo cita, visse al tempo di Tolomeo I (306-283 a.C.). Si possono individuare tracce di un interesse per l'ottica nel trattatello *Arenario* (Ἄρου-μίτης, *Arenarius*) del medesimo Archimede (nato a Siracusa nel 287 a.C.): l'opuscolo, dedicato a Gelone, che è fonte preziosa per ricostruire la storia dell'astronomia, ha l'intento di calcolare il numero complessivo dei granelli di sabbia capaci di riempire la sfera che ha come centro il sole e per superficie la sfera delle stelle fisse; in tale contesto si argomenta sulla grandezza del sole e della luna e sulle loro distanze. Per una panoramica sullo sviluppo dell'ottica antica possono essere utili le osservazioni di ENRIQUES-DE SANTILLANA 1932, 482-484, e di SMITH 2001. – [2] Sull'argomento vd. in particolare le puntuali osservazioni di Russo 1998b, 79-86 (con bibliografia relativa), che rappresentano una necessaria integrazione di questa rubrica sotto il profilo scientifico: oltre alle questioni relative a questa teoria scientifica ellenistica vengono analizzati alcuni equivoci ed incomprensioni derivati da una non corretta comprensione dei presupposti teorici del trattato, ed il rapporto necessario tra ottica e prospettiva; per una rassegna dei problemi dell'ottica nel mondo greco-romano vd. RONCHI 1983, 3-40, e BEVILACQUA-IANNIELLO 1982, 35-44 (con una interessante raccolta di testi); cfr. le varie questioni discusse da LEJEUNE 1948 e LEJEUNE 1957. – [3] L'idea della propagazione rettilinea della luce si può dedurre da un passo di Pl. *Parm.* 10, 137e; nella definizione della natura dell'uno né circolare né rettilineo il filosofo precisa che «rettilineo è ciò il cui centro è interposto come uno schermo fra le due estremità»: si tratta, come è evidente, di una intuizione più che di una dimostrazione. Risulta chiaro che la nozione circa la propagazione rettilinea della luce si ricava dall'osservazione quotidiana ed intuitiva: se un corpo opaco viene interposto sul segmento, che unisce l'occhio con un determinato punto di un oggetto, la visione viene meno. – [4] Questo scritto sulla catottrica, per motivi interni, è certamente una compilazione più tarda, sebbene non si possa rifiutare l'ipotesi della sua dipendenza da un

originale euclideo perduto: tratta della proprietà degli specchi piani e curvi; sul problema di una catottrica euclidea in base alla testimonianza di Gemino presso Proclo vd. *RE*, s.v. *Eukleides*, VI, 1049-1050; cfr. HEIBERG 1895, XLIX-L, e LEJEUNE 1957, 5, 112-113; vd. anche avanti (par. 5). – [5] Vd. testo in HEIBERG 1895, 2. – [6] Il testo della prima ‘definizione’ risulta corrotto nei codici: per una probabile esegesi vd. le osservazioni di MEDAGLIA-RUSSO 1995; occorre aggiungere un altro elemento a sostegno della nozione della propagazione rettilinea della luce, derivata anche dall’osservazione quotidiana ed intuitiva: un lume collocato al centro di una stanza proietta sulle pareti le ombre degli oggetti circostanti. – [7] Si deve osservare che per Euclide la base di un cono sembra essere non il cerchio che ne costituisce la base secondo la terminologia moderna, ma la sua circonferenza (cfr. *Eucl. Elem.* 11, def. 20): dalle affermazioni di Euclide sembra potersi ricavare che il suo modello di visione sia tridimensionale e non piano. L’ipotesi di restringere la visione in ambito bidimensionale, forse, può essere indotta dalla osservazione che in numerosi esempi Euclide considera come oggetti della visione dei segmenti, in modo tale che tutto si realizza nel piano determinato dal segmento e dall’occhio. Anche Tolomeo, nell’*Ottica*, sembra derivare da qui il concetto di un cono circolare (tridimensionale) della visione: si tratta per Tolomeo di un cono retto, che comporta un’ampiezza del campo visivo di 90°. – [8] Proprio nelle battute iniziali di questa opera di astronomia vi è un preciso richiamo all’*Ottica*, a proposito delle cose che si muovono secondo un moto circolare, per cui l’occhio dista ovunque in modo uguale dalla circonferenza (riferimento preciso al teorema/proposizione nr. 37: «vi è un luogo nel quale, stando fermo l’occhio, e muovendosi la cosa vista, questa appare sempre uguale»). – [9] Sul problema dei supposti errori della teoria di Euclide vd. le nitide osservazioni di L. Russo in MEDAGLIA-RUSSO 1995, 47-51 (con bibliografia relativa), che chiariscono perfettamente la questione e danno conto di alcuni equivoci degli studiosi moderni circa la corretta interpretazione della teoria euclidea; cfr. Russo 1998b, 81-82, 159-160; inoltre INCARDONA 1996, 49-54. Per la questione del rapporto tra la teoria di Euclide e quella di Tolomeo vd. anche VER ECKE 1938, 14, oltre LEJEUNE 1948, 30; sulle questioni di ottica in Tolomeo vd. anche *RE*, s.v. *Ptolemaios*, XXIII 2, 1847-1853. – [10] Vd. Russo 1998b, 159-160; cfr. anche le osservazioni di L. Russo in MEDAGLIA-RUSSO 1995b, 50-54. – [11] Vd. Russo 1998b, 159-160. – [12] Vd. MUGLER 1964, 8. Il segmento scientifico, che è ovviamente la parte più significativa di questa indagine, va dall’*Ottica* di

Euclide a Giovanni Filopono attraverso l’analisi ed il confronto, ove ne esistano le condizioni, con specifici luoghi di Aristarco di Samo, Gemino, Cleomede, Claudio Tolomeo, Galeno, Alessandro d’Afrodisia, Teone di Alessandria, Sereno di Antinoo, Damiano, Olimpiodoro, Pappo di Alessandria, Paolo di Alessandria: questo segmento, rappresentato da testi di carattere scientifico completi o frammentari, da commenti filosofici, copre un arco temporale che va dal III secolo a.C. al VI secolo d.C. Ma in questa linea di esigenza della completezza della documentazione rimangono del tutto trascurate o marginali alcune fonti di notevole interesse: ad esempio alcune sezioni del frammento *de sensibus* di Teofrasto, il *fragmentum mathematicum Bobiense*, che pare dipendere dalla *catottrica* di Archimede (vd. HEATH 1921, 203), i frammenti di derivazione stoica nr. 856, 860, 863-872 von Arnim (*SVF* II, 231-234). – [13] Si possono confrontare altre testimonianze: *Cic. fin.* 1, 6, 21; *nat. deor.* 1, 38, 108; *Aug. ad Dioscor. epist.* 118, 27; *Gell.* 5, 16, 3; *Macr. sat.* 7, 14, 3; *Plu. adv. Colot.* 7, 1110 C. – [14] A questo proposito si possono richiamare altri passi lucreziani: 2, 795-797; 4, 161-165; 4, 348-352, oltre ad alcune ben definite sezioni, 2, 780-841 (sui colori), 4, 214-268 (sulla vista), 4, 324-378 (sui fenomeni della vista), 4, 379-468 (sulle illusioni ottiche); per un esame delle testimonianze lucreziane relative alla visione vd. le osservazioni di MEDAGLIA 2006 (con bibliografia relativa). – [15] Vd. l’edizione critica con relativa esegesi curata da LEJEUNE 1956; per le varie questioni poste dalla traduzione di Eugenio, anche in rapporto con l’ipotesi della presenza di un originale greco, vd. LEJEUNE 1957, 9-32; cfr. anche LEJEUNE 1948, per un’articolata analisi sull’*Ottica* di Euclide e su quella di Tolomeo. – [16] In questo ambito particolarmente importanti sono le sue ricerche sulla visione binoculare e lo studio di carattere sperimentale sulla visione dei colori: vd. LEJEUNE 1958 e Russo 1998, 86. Sotto questo aspetto è anche utile ricordare l’utilizzo che Tolomeo fa della matematica applicata all’ottica. – [17] Vd. le osservazioni di HEIBERG 1895, 30-31; inoltre sulle vicende dell’*Ottica* genuina in rapporto con la ‘recensione’ di Teone vd. HEIBERG 1895, 29-43. – [18] Vd. le osservazioni di HEIBERG 1895, 31-32; per uno studio dettagliato sui rapporti tra manoscritti greci dell’*Ottica* e tradizione latina medievale vd. THEISEN 1979. – [19] Vd. le osservazioni di HEIBERG 1895, 41-43 e di VER ECKE 1938, 36-46; di nessuna utilità per l’esegesi di Euclide sono le traduzioni di B. Zambertus (Venetiis 1505-Basileae 1546), di I. Pena (Parisiis, 1557), di I. Danti (Firenze 1623), di R. Freart de Chatelou (Au Mans 1663), di D. Gregorius (Oxonii 1703), che interpretano il testo della

'recensione' di Teone: per comprendere il corretto rapporto tra l'Euclide genuino e la 'recensione' di Teone vd. HEIBERG 1882, 133-139, e WEISSENBORN 1886, 54-62. – [20] L'edizione di HEIBERG 1895, meritevole per moltissimi aspetti, ha destato pochissima attenzione: ancora dopo circa venti anni la traduzione di OVIO 1918, 1, non discerne l'*Ottica* genuina di Euclide dalla 'recensione' di Teone, sottolineando in modo scorretto: "in questi due libri di ottica, cui si attribuisce il nome di Euclide [...]"; ma G. Ovio, essendo un esperto di ottica fisiologica, non aveva alcun interesse per questioni di filologia. Inoltre la generale trascuratezza del trattato di Euclide può essere dedotta dal fatto che di esso sono state pubblicate poche traduzioni organiche (vd. quelle di VER ECKE 1938, di BURTON 1945, di INCARDONA 1996, di ACERBI 2007b, 2023-2243, che presenta testo e traduzione dell'*Ottica* di Euclide e di Teone e della *Catoptrica*). – [21] Vd. HEIBERG 1895, 43-55, e LEJEUNE 1957, 54 e 112. Secondo la testimonianza di Teone anche Archimede compose un trattato sulla catottrica: la notizia si ricava dal commento a 1, 3 della μαθηματικὴ σύνταξις di Tolomeo, poi detta *Almagesto* in base alla traduzione araba di età medievale; vd. anche LEJEUNE 1957, 142-145: allo stato dei fatti rimane difficile stabilire l'ambito e le possibili articolazioni dell'opera di Archimede. – [22] Sulle varie questioni vd. LEJEUNE 1957, 31-33, 48-49, 54, 69, 71, 112, 137, 142-151 (in particolare); inoltre la panoramica tracciata da RUSSO 1998, 83-85 (insieme con una precisa indicazione delle fonti: in particolare per la versione araba dell'opera di Diocle e per la questione dell'opera di Apollonio in rapporto con la testimonianza del *fragmentum mathematicum Bobiense*, su cui vd. anche HEATH 1921, 203); ed ancora le osservazioni presentate in RE, s.v. Heron, VIII, 1021-1022: direttore della 'scuola meccanica' di Alessandria è generalmente considerato come il più abile 'ingegnere' dell'antichità, sebbene rimanga ancora dubbia la sua precisa collocazione cronologica; per l'indicazione Διαμανοῦ τοῦ Ἡλιοδώρου Λαρισαίου κεφάλαια τῶν ὀπτικῶν ὑποθέσεων in rapporto con la *Catoptrica* di Erone e l'*Ottica* di Tolomeo, presente in alcuni manoscritti, vd. RE, s.v. Damianos, IV, 2054-2055, oltre la breve nota di HEIBERG 1895, 31-32, su Eliodoro / Damiano. Qualche interesse scientifico per l'ottica e la catottrica (a proposito della cosiddetta teoria speculare dell'arcobaleno e di certe qualità degli specchi) può essere nel passo di Sen. nat. 1, 6, che mostra, in alcuni punti, coincidenze con Arist. Mete. 3, 2, 371b 27-30: l'evidenza geometrica dimostra però che il ragionamento del filosofo non è del tutto preciso in termini scientifici. – [23] Vd. anche DE SANTILLANA 1961, 287-293, in cui si delineano i vari problemi della decadenza e del crollo del pensiero

scientifico antico, del difficile periodo della transizione medievale e della fase della rinascita scientifica del Settecento, quando le conquiste della scienza greca rappresentarono il punto di partenza del rinnovato fervore di studi sui vari aspetti della ricerca scientifica. – [24] Vd. il passo in questione: *namque primum Athenis, Aeschlylo docente tragoediam, scaenam fecit et de ea commentarium reliquit; ex eo moniti Democritus et Anaxagoras de eadem re scripserunt*. Se la notizia trasmessa da Vitruvio è corretta, si comprende anche l'interesse di Lucrezio, in dipendenza da Democrito ed Epicuro (?), per alcuni aspetti del problema attinente all'ottica e alla prospettiva; infatti si legge in Lucr. 2, 799-800 (*lumine quin ipso mutatur propterea quod / recta aut obliqua percussus luce refulget*), e in Lucr. 4, 426-431 (*porticus aequali quamvis est denique ductu / stansque in perpetuum paribus suffulta columnis, / longa tamen parte ab summa cum tota videtur / paulatim trahit angusti fastigia coni, / tecta solo iungens atque omnia dextera laevis / donec in obscurum coni conduxit acumen*): pare evidente che il secondo passo rappresenti un chiaro riferimento al cosiddetto 'punto di fuga' nella rappresentazione, nonostante qualche dubbio formulato da storici dell'arte sulla presenza di questo principio nell'antichità classica; sotto questo aspetto non si può non essere d'accordo con la precisa analisi di RUSSO 1998b, 80 (nt. 3); eco del problema della prospettiva di un colonnato si trova in Sen. benef. 7, 1, 5 e Sen. nat. 1, 3, 9, ed ancora in Tertull. anim. 17. – [25] Si tratta di un testo interessante, che ammette il confronto con alcuni punti di Vitruv. 7, praef. 11, qui indicati: *item scaenographia* (cioè la prospettiva) *est frontis et laterum abscentium adumbratio* (1, 2, 2); *quae in directis planisque frontibus sint figurata, alia abscentia, alia prominentia esse videantur* (7, praef. 11); *ad circini centrum omnium linearum responsus* (1, 2, 2); *ad aciem oculorum radiorumque extentionem certo loco centro constituto lineas ratione naturali respondere* (7, praef. 11); vd. le precise note di commento di M.-T. CAM (in B. LIOU, M. ZUINGHEDAN, M. T. CAM, *Vitruve. De l'architecture*, livre VII, Paris 1995, 60-62). Bisogna ricordare almeno altri due passi: 3, 3, 11, in cui Vitruvio discute, sicuramente sulla base di fonti greche, il problema delle illusioni di ottica nella costruzione dei templi; 3, 5, 9, che, nella medesima linea, approfondisce la spiegazione tecnica sulla necessità di compensare gli effetti riduttivi della visione in prospettiva.

BIBLIOGRAFIA. ACERBI 2007b; BEVILACQUA-IANNIELLO 1982; BURTON 1945; DE SANTILLANA 1961; ENRIQUES-DE SANTILLANA 1932; HEATH 1921; HEIBERG 1882; HEIBERG 1895; INCARDONA 1996; LEISEGANG 1941, 1059-1063; LEJEUNE 1948; LEJEUNE 1956; LEJEUNE 1957; LEJEUNE 1958; MEDAGLIA 2006; MEDAGLIA-RUSSO 1995; MUGLER 1964; OVIO 1918;

RE, s.vv. *Damianos, Eukleides, Heron, Ptolemaios*; REPELLINI 2001; RONCHI 1983; RUSSO 1998b; SMITH 2001; THEISEN 1979; VER ECKE 1938; WEISSENBORN 1886.

SILVIO MARIO MEDAGLIA

Ovini [τὸ ποίμνιον, *pecus ovilium* o *oviarium*].

1. *Descrizione*. – Costituivano gli animali più comunemente allevati, insieme ai →BOVINI, ai →CAPRINI e ai →SUINI. I prodotti maggiormente ottenuti da questi animali erano la lana, il latte e il formaggio. Nella terminologia gli ovini annoverano animali di diverso genere e taglia: la pecora, che può essere indicata con un unico termine per entrambi i generi (ὁ, ἡ οἷς, *ovis* o *pecus* o il pl. *pecora*, anche nel diminutivo *pecorella* τὸ προβάτιον, *ovicula*) oppure nella distinzione tra l'ariete o montone (ὁ ἀρνειός, *aries* o *vervex*) e la femmina (θῆλεια οἷς, *ovis*), l'agnella (ἡ ἀμνή, *agna*), l'agnello (ὁ ἀμνός o ὁ ἀρῆν, *agnus*, anche nel diminutivo «agnellino» τὸ ἀρνίον, *agnellus* e, per indicare l'agnello appena nato, *avillus*). Sono attestati anche i seguenti termini latini: *tityrus* (incrocio di pecora e caprone), *musmo* e *musimo* (sia per il muflone sia per l'incrocio di capra e montone), *mufro* (muflone) e *umber* (montone nato dall'incrocio di un muflone e di una pecora). Si veda anche →PASTORIZIA.

2. *Contesto storico-geografico e fonti letterarie*. – Una ricca molteplicità di razze ovine è ricostruibile per la Mesopotamia del XXI sec. a.C., grazie a documenti riconducibili alla III dinastia di Ur: la pecora pregiata *alum*, la pecora 'di montagna', la pecora *uligi* a vello nero, la pecora 'pascolata ad erba', la pecora 'a coda grassa' con il vello bianco o nero. Di quest'ultima c'era anche una variante analoga che, però, viveva sugli altipiani e della quale era importante il commercio medio-orientale insieme alla specie pregiata *alum*. I riferimenti al grasso inducono a pensare che si trattasse di razze destinate alla doppia produzione di carne [→CARNE, CONSUMO DI] e lana, ma accanto a queste non si possono escludere anche quelle produttrici di latte e lana. L'*Odissea*, invece, attraverso il IX libro contenente la descrizione dell'allevamento ovi-caprino di Polifemo, offre elementi riconducibili al IX sec. a.C. circa: per le caratteristiche della pratica pastorizia, della stalla e dei recinti, della mungitura e della produzione casearia, si veda quanto già esposto per i →CAPRINI, ai quali gli ovini si accomuna-

no. →ESIODO parla dell'allevamento in modo simile ai poemi omerici: le greggi costituiscono una proprietà che è sinonimo di ricchezza personale e nelle *Opere e i giorni* sono descritte come lanose e appesantite dal vello (234), soggette a tosatura e a castrazione (774-775, al v. 786 in particolare ci si riferisce alla castrazione degli arieti del gregge). Sugli allevamenti ovini del VI sec. a.C. ci sono testimonianze risalenti al IV-III sec. a.C. (si tratta di due passi del parripetico Clito di Mileto e di Alessi di Samo riportati da Ateneo di Naucrati (12, 540 c-d): anche se la distanza cronologica può generare dubbi sull'attribuzione storica dei fatti al VI sec. a.C., essi sono comunque validi per l'epoca delle due fonti in questione e per l'inizio dell'età ellenistica) e riguardanti le specie importate a Samo dal tiranno Policrate, in base alle quali le pecore di Mileto erano particolarmente famose per la qualità della loro lana, così come l'Attica si distingueva per allevamenti di pecore dalla lana pregiata. Alcuni papiri attestano che nell'Egitto del IV-III sec. a.C., sotto Tolomeo II Filadelfo, Apollonio, funzionario del faraone, allevava le pecore d'Arabia, adatte a vivere in regioni semi-aride e già citate da Erodoto (3, 113, 1-2) per la loro coda pesante e grassa, tanto da dover aiutare l'animale a portarla con una sorta di piccolo vagoncino: le modalità di allevamento di queste pecore non differivano comunque da quelle usate per le pecore egiziane locali. Anche nell'allevamento di Apollonio erano presenti le pecore di Mileto, la cui gestione era affidata ad un responsabile preposto a ciò e che necessitavano, al contrario delle altre, di una tecnica speciale, in quanto rivestite da una sorta di copertura, da cui deriva il nome di 'pecore vestite' (πρόβατα ὑποδιφθερα, *oves pellitae* o *oves tectae*). Per la lavorazione della lana milesia Apollonio possedeva anche un'officina di tessitrici. L'importazione di razze straniere dimostra come si sviluppasse processi di acclimatazione, per favorire l'adattamento degli animali. Va sottolineato che le 'pecore vestite' di Mileto rappresentavano una delle razze ovine più pregiate. La copertura in cuoio applicata su di esse, in mancanza di dati certi, poteva servire a proteggere il vello dalla naturale tendenza della lana a cadere, nel caso in cui l'animale non venisse tosato per lungo tempo, oppure a preservare la purezza della lana, o ancora a conservarne il colore bianco (in generale, infatti, tutte le specie ovine che