

MARCO PICCOLINO

I SENSI, L'AMBIGUITÀ, LA CONOSCENZA NELL'OPERA DI GALILEO

SUMMARY

The special attention paid by Galileo to the problem of sensory physiology and particularly to visual appearances is dealt with in this study. The critical analysis of sensory data played an important role in his path of discovery. In many of his writings, Galileo considers the possible fallacious nature of the immediate sensible appearances and analyses them with reference to a series of logical arguments which clearly illustrate the depth of his reflections on sensory mechanisms. The philosophical framework within which Galileo develops his general approach toward sensory physiology is in contrast with Aristotle's doctrine of the 'proper' and 'common sensibles', and it correlates with his own mechanistic conception of sensory processes. Although derived from the atomistic theories of Democritus and Lucretius, Galileo's conception appears to be modern and it can be seen as foreshadowing some fundamental aspects of present day sensory physiology.

Keywords: Galileo, sensory physiology, history of vision, Christoph Scheiner, Aristotle

Su Galileo hanno scritto studiosi di diversa formazione ed estrazione intellettuale, molti di provenienza umanistica (storici e filosofi della scienza ovviamente, epistemologi, italianisti - anche scrittori, studiosi di linguistica, di retorica, storici e critici d'arte, sociologi, teologi, studiosi della comunicazione), e ovviamente anche scienziati, (astronomi, fisici, matematici e, in minor misura, studiosi di scienze naturali). Le immagini dello scienziato che sono emerse da queste diverse letture, non sempre com'è ovvio concordanti, hanno indubbiamente contribuito ad arricchire la nostra conoscenza di uno dei personaggi fondamentali della rivoluzione scientifica del Seicento e con essa di uno dei momenti più importanti della storia culturale dell'Occidente.

Una delle ragioni dell'ampia possibilità di lettura dei testi di Galileo è certamente da ricercare nella qualità letteraria della sua prosa: oltre che espressione delle sue doti di scrittore, il ricorso di Galileo a forme espressive elevate è da mettere in larga misura in rapporto con il programma di rinnovamento intellettuale che lo scienziato pisano si proponeva e che non mirava solo all'avanzamento delle conoscenze in ambiti scientifici ben determinati (astronomia, cosmologia, idrostatica, meccanica). Sappiamo bene come, nella sua tendenza alla precisione e alla concisione, il linguaggio scientifico-tecnico

tenda a farsi astratto ed esoterico, perdendo attrazione emotiva e capacità di evocazione al di fuori della ristretta cerchia degli specialisti. Il linguaggio della letteratura è invece ricco di allusioni, di simbolismi e metafore: può essere ridondante e ricco di ambiguità (e quindi potenzialmente inadatto alla comunicazione dei risultati scientifici) ma possiede certo più capacità di penetrazione emotiva ed intellettuale; è per questo soprattutto che Galileo, erede della grande tradizione letteraria del Rinascimento italiano, vi fa ricorso nelle sue opere maggiori, nel tentativo che egli si propone di profondo rinnovamento intellettuale della società della sua epoca.

La diversità di letture possibili riflette ovviamente anche la diversità dei lettori. Io vorrei presentare qui i risultati di una lettura particolare di alcuni testi galileiani (frutto di una collaborazione intrapresa da circa un anno con Nicholas Wade) in relazione soprattutto con la nostra esperienza di studiosi della fisiologia e psicologia sensoriale. È un lavoro il nostro ancora a un livello molto iniziale. Più che sviluppare interpretazioni e arrivare a vere conclusioni, vorremmo proporre qualche interrogativo, suggerire possibili linee di studio e ricerca di cui dal nostro punto di vista avvertiamo l'importanza.

La lettura che vorremmo suggerire riguarda il problema dei sensi e della fisiologia sensoriale nell'opera di Galileo. Avvertiamo che non si tratta certo di un problema inesplorato; in particolare, per quel che riguarda la visione e l'osservazione telescopica e il modo nuovo di porsi dinanzi alla realtà, se ne è scritto molto sia dal punto di vista scientifico e letterario che artistico. A noi sembra però che molto resti ancora da dire dal punto di vista più specifico della fisiologia e della psico-fisica sensoriale, e quello su cui ora ci soffermeremo servirà a far capire da che punto di vista a nostro avviso resti ancora molto da dire su Galileo e i sensi.

Diciamo innanzitutto come risalti per noi in maniera molto perspicua l'importanza della riflessione sui sensi nella via galileiana alla conoscenza e come questa riflessione assuma aspetti molto variegati ma non completamente disgiunti l'uno dall'altro. In primo luogo è evidente come Galileo sia stato tra i primi a porre in modo chiaro la particolare e complessa relazione che esiste tra la conoscenza scientifica della realtà e i dati dell'osservazione sensoriale. Nelle sue opere egli sottolinea più volte e in modo molto espressivo la necessità di leggere direttamente il Libro dell'Universo (o 'Libro del Mondo' o 'Libro della Natura') secondo la varietà della terminologia a cui fa ricorso, e di non limitare la ricerca al mondo di carta dei libri degli uomini che registrano la tradizione e la testimonianza degli antichi. Al momento stesso in cui pone l'accento

sull'osservazione diretta della realtà (e quindi sul valore delle informazioni che ci vengono dai sensi), Galileo invita però a diffidare dei dati sensi e mette più volte in risalto come la conoscenza vera della realtà vada spesso contro le immediate apparenze (contro il «comun sentimento», o contro i «sensi manifesti»). Più volte egli sottolinea, e con particolare soddisfazione (con 'gusto' e 'diletto' diremmo per usare la sua terminologia), come la verità scientifica sia sorprendente, porti a conclusioni inattese, in deciso contrasto con i dati dei sensi o con le immediate aspettative. E' il caso del Sole che noi vediamo ruotare attorno alla Terra, ma che sta invece immobile secondo la nuova concezione copernicana, è il caso di corpi di peso diverso, una piuma o una palla di piombo, che in assenza di ostacoli esterni (l'attrito dell'aria) tenderebbero a cadere con ugual moto e a toccare terra nello stesso istante.

E' il caso soprattutto di tutti quegli apparenti paradossi legati al principio di inerzia (al «nulla operare del moto comune») che l'uomo antico non riconosceva, soprattutto perché ingannato da un'accettazione acritica dei dati dell'osservazione sensoriale. I sensi ci dicono che un oggetto si muove solo se su di esso si esercita una forza, e che, rimossa questa, il moto cessa poi più o meno rapidamente. Su questi paradossi e sull'inefficacia del moto comune Galileo scrive, sia nei *Massimi sistemi* che altrove, pagine molto belle dal punto di vista letterario: quella ad esempio della «maggiore stanza che sia sotto coverta di alcun gran navilio» con i pescetti i quali, grazie al principio di inerzia formulato da Galileo, non sono obbligati ad affaticarsi freneticamente per tener dietro al corso del «vassello» ed evitare di sbattere contro le pareti del vaso in cui nuotano (e così «farfalle e le mosche continueranno i lor voli indifferentemente verso tutte le parti, né mai accaderà che si riduchino verso la parete che riguarda la poppa, quasi che fussero stracche in tener dietro al veloce corso della nave»); con le gocce d'acqua - le «stille cadenti» - che cadono puntualmente «nel vaso sottoposto» a dispetto della velocità della nave.¹ O come la pagina della «punta di una penna da scrivere, che fusse stata in nave per tutta la [...] navigazione da Venezia sino in Alessandretta», con la quale un pittore, stando sulla nave:

avrebbe potuto cavar dal moto di quella un'intera storia di molte figure perfettamente dintornate e tratteggiate per mille e mille versi, con paesi, fabbriche, animali ed altre cose, se ben tutto il vero, reale ed

¹ GALILEO GALILEI, *Dialogo sopra i due Massimi Sistemi del mondo, Tolomaico e Copernicano*, Firenze, Gio. Battista Landini, 1632. pp. 180-182. In formato immagine l'opera è consultabile nel sito dell'IMSS al seguente indirizzo: <http://fermi.imss.fi.it/rd/bd> e anche al sito web della Bibliothèque Nationale di Parigi al seguente indirizzo <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3353m>. In formato testo è consultabile al sito <http://www.liberliber.it/biblioteca/g/galilei/index.htm>.

essenzial movimento segnato dalla punta di quella penna non sarebbe stato altro che una ben lunga ma semplicissima linea.²

E abbiamo poi le pagine destinate a confutare gli argomenti di Aristotele e Tycho Brahe contro il moto della Terra: della colubrina che tira «una palla di volata verso levante, e poi un'altra con egual carica ed alla medesima elevazione verso ponente»; o dei tiri d'artiglieria radenti l'orizzonte («di punto in bianco») verso oriente o verso occidente che «non riuscirebber giusti, ma gli orientali riuscirebbero alti, e gli occidentali bassi» per il cambiamento della posizione dell'orizzonte dovuto al moto della Terra; quelle degli «uccelli volanti» i quali, se la Terra si muovesse così velocemente come vuole Copernico, avrebbero certo gran difficoltà a «tener dietro a un tanto corso».

E ancora i luoghi dove si parla del sasso lanciato dalla sommità della torre che cade a perpendicolo alla base della torre stessa a dispetto del movimento di questa dovuto alla rotazione della Terra. Proprio in relazione a questo esperimento della torre Galileo nota come la conoscenza che noi diremmo 'scientifica' della corretta traiettoria del sasso (evidentemente non rettilinea nel caso della torre in movimento solidale con il moto della Terra) di per sé non modificherà la percezione sensoriale da parte di un osservatore terrestre esperto rispetto a un osservatore naif, ovvero – come egli si esprime – non farà «veder, cader quel sasso altrimenti che a perpendicolo».

Citando le opinioni di Scipione Chiaramonti, professore a Pisa e seguace della cosmologia tolomaica³, nei *Massimi sistemi* Simplicio aveva ribadito, in funzione anticopernicana, il ruolo cruciale dei sensi come criterio di conoscenza:

Et primo, si opinio Copernici recipiatur, criterium naturalis philosophiae, ni prorsus tollatur, vehementer saltem labefactari videtur. Il qual criterio vuole, secondo l'opinione di tutte le sette de' filosofi, che il senso e l'esperienza siano le nostre scorte nel filosofare; ma nella posizione del Copernico i sensi vengono a ingannarsi grandemente, mentre visibilmente scorgono da vicino, in mezzi purissimi, i corpi gravissimi scender rettamente a perpendicolo, né mai deviar un sol capello dalla linea retta; con tutto ciò per il Copernico la vista in cosa tanto chiara s'inganna, e quel moto non è altrimenti retto, ma misto di retto e circolare.⁴

Ai timori di chi vedeva crollare, con la nuova scienza, l'antica fiducia nel valore dei dati sensoriali ribatteva Salviati, alter ego per eccellenza di Galileo:

² *Ibid.*, p. 166.

³ SCIPIONE CHIARAMONTI *De tribus novis stellis quae annis 1572, 1600, 1604 comparuere libri tres*, Caesena: apud Josephum Nerium, 1628 (consultabile al sito: <http://fermi.imss.fi.it/rd/bd>). Il brano citato da Simplicio è a p. 472 dell'opera di Chiaramonti.

⁴ GALILEO GALILEI, 1632, p. 242.

Meglio è dunque che, deposta l'apparenza, nella quale tutti convenghiamo, facciamo forza col discorso, o per confermar la realtà di quella, o per iscoprir la sua fallacia.⁵

E più oltre, sempre nei *Massimi sistemi*, dinanzi alle opposizioni di Simplicio contro Copernico e il moto della Terra attorno al Sole, Salviati elogia l'astronomo polacco, mettendo in evidenza come nella via della conoscenza scientifica possa esser necessario far «forza» e «violenza» contro i dati dei sensi.

Scrive Galileo in merito all'opinione dei moti della Terra:

io stupisco come si sia mai sin qui trovato alcuno che l'abbia abbracciata e seguita, né posso a bastanza ammirare l'eminenza dell'ingegno di quelli che l'hanno ricevuta e stimata vera, ed hanno con la vivacità dell'intelletto loro fatto forza tale a i proprii sensi, che abbiano possuto antepor quello che il discorso gli dettava, a quello che le sensate esperienze gli mostravano apertissimamente in contrario. Che le ragioni contro alla vertigine diurna della Terra, già esaminate da voi, abbiano grandissima apparenza, già l'abbiamo veduto, e l'averle ricevute per concludentissime i Tolemaici, gli Aristotelici e tutti i lor seguaci, è ben grandissimo argomento della loro efficacia; ma quelle esperienze che apertamente contrariano al movimento annuo, son ben di tanto più apparente repugnanza, che (lo torno a dire) non posso trovar termine all'ammirazione mia, come abbia possuto in Aristarco e nel Copernico far la ragion tanta violenza al senso, che contro a questo ella si sia fatta padrona della loro credulità.⁶

La conoscenza scientifica della realtà è dunque per Galileo spesso in contrasto con i dati sensoriali, e – questo è importante ricordarlo – i sensi (gli «occhi della fronte» per usare un'espressione ricorrente nei testi galileiani) continuano a presentarci apparenze fallaci anche quando il discorso e la ragione (gli «occhi della mente») ci permettono di conoscere le leggi reali dei fenomeni.⁷

⁵ *Ibidem*, p. 250.

⁶ *Ibidem*, p. 325. L'elogio viene reiterato da Salviati nella giornata terza a proposito della fede nella concezione eliocentrica che l'astronomo polacco continuò a mantenere pur in mancanza di una corrispondenza tra le apparenze di Venere (fasi e grandezze visive) e le previsioni del suo sistema. Dice di lui Salviati rispondendo a Sagredo: “Sì; ma quanto minore la fama della sublimità del suo ingegno appresso a gl'intendenti! mentre si vede, come pur dissi dianzi, aver egli costantemente continuato nell'affermare, scorto dalle ragioni, quello di cui le sensate esperienze mostravano il contrario: che io non posso finir di stupire ch'egli abbia pur costantemente voluto persistere in dir che Venere giri intorno al Sole, ed a noi sia meglio di sei volte più lontana una volta che un'altra, e pur sempre si mostri eguale a se stessa, quando ella dovrebbe mostrarsi quaranta volte maggiore” (p. 331).

⁷ Tra le molte situazioni in cui nei *Massimi sistemi* in cui si fa allusione agli aspetti sorprendenti della verità 'scientifica' rispetto alle aspettative del senso comune potremmo citare quella del telescopio che può essere montato in una parte elevata di una nave (sulla «gaggia» o anche «in su la cima dell'albero») senza per questo risentire dei moti accidentali della nave più che se fosse montato in basso (GALILEO, 1632 pp. 244-247); o quella relativa alla palla di artiglieria che mette lo stesso tempo a toccare terra se lasciata cadere verticalmente da una certa altezza (per esempio «di cento braccia») o se sparata parallelamente all'orizzonte con una forza tale da «passare or quattrocento, or mille, or quattromila, ed or diecimila braccia» (*ibidem*, p. 145); o quella dell'uomo che dal fondo del pozzo guarda le stelle, temendo che, se la Terra si muovesse, potrebbe vederle solo per un brevissimo istante (il tempo che nel suo velocissimo moto la Terra percorre uno spazio corrispondente all'apertura del pozzo) e che invece, come si dimostra col ragionamento matematico, avrà modo di osservarle con molto più agio anche se la Terra fosse (com'è) in moto rapidissimo (il riferimento a questa seconda condizione non è presente nell'edizione originale dell'opera, ma fu aggiunto da Galileo nella sua copia personale dei *Massimi sistemi*: Cfr. OG, VII, pp. 357-361). Troviamo numerosi riferimenti agli aspetti sorprendenti della scienza anche nei *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno à due nuove scienze* (Leida, appresso agli

Quanto detto finora non è forse particolarmente nuovo per i lettori e per gli studiosi di Galileo. Ma quali sono le riflessioni che questo modo di affrontare i dati dei sensi da parte di Galileo può ispirare ad uno studioso moderno di fisiologia sensoriale? In particolare, quali considerazioni possono nascere sul pensiero di Galileo in chi si sforzi di trarre alcuni principi generali sul funzionamento dei sistemi sensoriali dal vasto insieme di conoscenze acquisite nella ricerca neurofisiologica e psicofisiologica moderna soprattutto negli ultimi cinquant'anni? In proposito ritengo qui opportuno richiamare quello che è a mio avviso il principio 'filosofico' fondamentale alla base dell'organizzazione e del funzionamento dei sistemi sensoriali. E' abbastanza evidente per tutti noi il fatto che i sensi siano evoluti per rendere possibile l'interazione dell'individuo con l'ambiente e, in particolare, per permettere agli esseri viventi di captare l'informazione ambientale in modo da sviluppare risposte comportamentali di valore adattativo (cioè importanti ai fini della sopravvivenza dell'individuo e della specie). E' forse un po' meno evidente come il problema che i sistemi sensoriali, dai più semplici ai più sofisticati, devono affrontare per espletare in modo efficace questo loro compito sia estremamente complesso e si scontri con difficoltà fisiche e fisiologiche apparentemente insormontabili. Bastano poche considerazioni di tipo fisico, nelle quali non posso addentrarmi, per dimostrare come l'informazione potenzialmente presente negli oggetti del mondo attorno a noi, anche nei più piccoli ed insignificanti, sia estremamente grande e tale da superare i limiti di qualsiasi sistema biologico (e anche fisico-tecnologico) concretamente concepibile. In un bel saggio di una quarantina di anni fa il fisico e scrittore inglese, Arthur Clarke, calcolava che per comunicare attraverso un sistema televisivo a grande capacità di trasmissione tutta l'informazione contenuta nella disposizione spaziale degli atomi di un corpo umano sarebbero stati

Elzeviri, 1638). Tra questi il fenomeno dell'isocronismo del pendolo per cui l'oscillazione ha la stessa durata «nel passar l'arco grande de i sessanta gradi, quanto nel passare il minore di cinquanta o 'l minimo di dieci» a dispetto della differenza dello spazio che il pendolo deve percorrere (p. 86).

Io so, Eccellentissimo Signore, che in questa mia scrittura sono alcune proposizioni, le quali, per aver nel primo aspetto sembianza di paradossi e di impossibili, mi manterranno, anzi mi accresceranno, nel concetto di molti l'attributo che mi vien dato, di cervello stravagante e vago di contrariare alle opinioni e dottrine comunemente ricevute anco da gli stessi professori delle arti; e per questo non mi è ascoso che meglio sarebbe (conforme a quell'utile documento) tacer quel vero che ha faccia di menzogna, che, pronunziandolo, esporlo alle contradizioni e impugnationi, e tal volta anco alle derisioni, di molti. Tutta via in questo ancora sono di parer diverso dal comune,

necessari circa quindici trilioni di anni (e che le stelle si sarebbero con tutta probabilità estinte prima che la cosa potesse avvenire).⁸ Bisogna qui notare come in generale i sistemi tecnologici a base di componenti elettronici abbiano una potenza di trasmissione e di elaborazione dell'informazione incomparabilmente maggiore dei sistemi biologici. Per i computer e per le reti telematiche parliamo di frequenze dei segnali elettrici o ottici che codificano o trasmettono l'informazione nell'ordine dei mega o giga Hertz (cioè milioni o miliardi di segnali al secondo) mentre raramente una fibra nervosa, fatta com'è di liquidi (e quindi di materiali poco adatti alla trasmissione elettrica per la loro elevata resistenza e capacità) può sviluppare più di qualche centinaio di impulsi al secondo.

Eppure, a dispetto di queste limitazioni fisico-fisiologiche, è di fondamentale importanza per gli esseri viventi captare in modo rapido ed efficiente le informazioni ambientali, per esempio è importante per un leone riconoscere rapidamente una gazzella ed è di vitale importanza per una gazzella riconoscere subito il leone che appare più o meno indistinto nel suo campo visivo. E per il leone come per la gazzella è importante che la cosa avvenga a dispetto dei mutamenti dell'illuminazione ambientale, che può variare di milioni di volte passando dallo sfolgorante meriggio della savana al debole chiarore del crepuscolo o della notte illuminata dalla Luna. Come, in altro contesto, è altrettanto importante per un bimbo riconoscere rapidamente la propria madre e così via. Sappiamo in effetti che un bimbo di pochi mesi riconosce in pochi istanti il volto della madre tra le immagini di altri volti femminili superando in efficacia e rapidità le prestazioni esibite in compiti analoghi da computers molto potenti.⁹

Come può accadere tutto questo? Come possono sistemi come quelli biologici fatti di costituenti così poco efficienti dal punto di vista fisico come le fibre nervose avere performances così efficaci? La cosa si spiega considerando come i sistemi sensoriali abbiano messo a punto nel corso dell'evoluzione strategie tali da permettere di estrarre dall'informazione ambientale solo quella ricca di valore adattativo scartando (o trasmettendo con minore priorità) quella di minor significato biologico. E abbiano anche sviluppato la capacità di riconoscere gli elementi dello spazio sensoriale a dispetto di grandi mutazioni fisiche dello stimolo ambientale. Nel caso del sistema visivo, a cui è importante ora fare riferimento, la possibilità di rilevare informazione

⁸ ARTHUR C. CLARKE, *Profiles of the future*, Harper and Row, New York, 1962 [Trad. it. *Le nuove frontiere del possibile*, Rizzoli, Milano, 1965]

⁹ Sull'argomento si veda il capitolo dal titolo *Retina e visione: elogio dell'imperfezione* in MARCO PICCOLINO, *Lo zufolo e la cicala, Divagazioni galileiane tra la scienza e la sua storia*, Torino, Bollati-Boringhieri, 2003, pp. 209-249.

ambientale deve rimanere costante a dispetto delle enormi variazioni dell'intensità e della composizione cromatica della luce, ovvero delle caratteristiche dell'insieme di onde elettromagnetiche in un ambito di lunghezza d'onda abbastanza piccolo (dai 400 ai 600 nanometri) che costituiscono le energie ambientali di cui il sistema visivo si serve per captare l'informazione presente nello spazio sensoriale.

Le strategie sviluppate dal sistema visivo (e dagli altri sistemi sensoriali) sono tali da permettere efficaci e rapidi rilevamenti dell'informazione ambientale biologicamente importante, come per esempio variazioni spaziali improvvise di luminosità (contorni, bordi, contrasto), il movimento e i colori. Al tempo stesso però esse offrono il fianco a possibili errori e fallacie quando noi consideriamo la possibilità di una conoscenza 'vera' (o, diremmo 'scientifica') del mondo.

In effetti questo tipo di conoscenza, oltre ad esserci preclusa sia su basi biologiche (oltre che filosofiche), non appare di fondamentale importanza dal punto di vista della sopravvivenza primordiale degli animali e dell'uomo. E' più importante riconoscere il possibile predatore o la possibile preda che sapere per esempio che è la Terra a muoversi rispetto al sole. Ed è importante che un oggetto o un animale dalla superficie scura ci appaia tale anche quando la illuminazione ambientale aumenta a tal punto da far crescere enormemente la quantità di luce riflessa dal suo manto da dovercelo far apparire invece – sulla base di considerazioni puramente fisiche – molto chiara e luminosa.

Le strategie sviluppate dal sistema visivo sono tali da privilegiare la luminosità relativa dell'oggetto rispetto al background, invece che la luminosità assoluta (che, come abbiamo detto, può variare in modo molto importante nel corso del giorno); e da far risaltare le variazioni spaziali, temporali e cromatiche di luminosità rispetto alle luminosità diffuse e costanti.

Non posso andare molto oltre in questo discorso ma mi servirò di pochi esempi per dimostrare alcuni aspetti di queste strategie, che vengono svelate o anche utilizzate in molti casi di quelle illusioni o 'deceptions' visive che sono state a lungo studiate da Nicholas Wade.¹⁰ Basta guardare uno schermo su cui vengono proiettate delle scritte con caratteri in nero per notare subito che i caratteri della scrittura appaiono ben più scuri della parte esterna non illuminata dello schermo nonostante che questa non riceva affatto la luce del proiettore. Si può dimostrare facilmente con uno strumento fisico che c'è in effetti più luce nelle lettere 'nere', o - come Galileo direbbe - «tenebrose», che

¹⁰ Si veda per esempio NICHOLAS J. WADE *The art and science of visual illusions*, Boston, Routledge & Kegan, 1982. e *Perception and illusion: historical perspectives*, New York, Springer, 2005.

nello schermo grigio. Su un principio analogo si basa uno dei più noti e semplici esperimenti di psicofisica che io ripropongo nelle figure 1 e 2 . Se ci venisse chiesto di indicare come ci appare il quadrato interno nelle immagini della Fig. 1 e della Fig. 2 diremmo certamente che nel primo caso si tratta di un quadrato chiaro e nel secondo di un quadrato scuro. E' facile dimostrare che il quadrato interno è invece di uguale intensità nei due casi e che la differenza è solo percettiva e non fisica. Essa è dovuta alla differenza della luminosità degli sfondi che circondano la parte centrale (per convincersene basterebbe occultare lo sfondo con un pezzo di carta opportunamente ritagliato in modo da lasciare al centro uno spazio vuoto grande quanto il quadrato).

Un fenomeno leggermente più complesso (il cosiddetto effetto Cornsweet) è presentato nella Fig. 3. Osservando la figura sembra che la parte centrale sia più chiara della parte periferica. Se però si ritaglia un anello di carta di dimensioni tali da poter mascherare il bordo di separazione tra le due zone, allora si vede che queste hanno la stessa luminosità. Il fenomeno è dovuto ai processi di interazione laterale che operano nei circuiti nervosi del sistema visivo e fanno parte delle strategie sviluppate dai nostri sistemi neurali per rilevare in modo efficace le variazioni spaziali della luminosità.

Questi pochi esempi sono utili a farci capire come si debba essere prudenti nell'emettere giudizi sulla realtà fisica-oggettiva del mondo esterno sulla base delle immediate apparenze visive.

Un atteggiamento di questo tipo risalta in modo molto evidente nell'opera di Galileo come ora cercherò di mettere in evidenza attingendo ad alcuni passi delle *Lettere sulle Macchie solari* nei quali lo scienziato pisano analizza criticamente due affermazioni del gesuita tedesco Christoph Scheiner: la prima a proposito della 'negrezza' delle macchie solari, la seconda a in merito alla difficoltà di ammettere che la Terra possa, al pari della Luna, divenire luminosa quando è rischiarata dalla luce solare. Un'obiezione questa che è in relazione con la concezione secondo cui l'apparenza e la luminosità della Luna vengono spiegate in parte come conseguenza della penetrazione dei raggi solari nel suo corpo translucido (sulla base di una delle teorie della tradizione aristotelico-cristiana).¹¹

Il modo in cui Galileo analizza e discute le concezioni di Scheiner rivela la sua attitudine critica riguardo alle apparenze visive e, in particolare, la sua convinzione che

¹¹ Sulla concezione galileiana della luminosità della luna (un tema su cui Galileo ritornerà nell'ultima sua opera, la Lettera dissertatoria al Principe Leopoldo di Toscana del 1640) si veda EILEEN REEVES, *Painting the Heavens, art and science in the age of Galileo*, Princeton, Princeton Univ. Press, 1997. Una trattazione fisica chiara del fenomeno è presente in ANDREA FROVA e MARIAPIERA MARENZANA, *Parola di Galileo*, Milano, Rizzoli, 1997 (Cfr. in particolare il Cap. 8).

ciò che appare all'occhio non sia un indizio sicuro di ciò che è nella realtà. Nei suoi ragionamenti Galileo sviluppa veri e propri esperimenti mentali di psicofisica *ante litteram*. Il principio di questi esperimenti è quello a cui fanno riferimento le metodiche psicofisiche quando ci si propone di stabilire un confronto tra la luminosità di target visivi diversi. E' necessario condurre le osservazioni in condizioni comparabili, per evitare le conseguenze del cambiamento delle performances visive in rapporto alla variazioni della luminosità ambientale o dell'intensità della luce di background.

Nelle *Macchie solari* Galileo si sforza di realizzare due esperimenti in qualche modo 'impossibili': il primo consiste nel tentativo di confrontare la luminosità delle macchie solari con la luminosità della Luna ponendo la Luna su un background simile a quello in cui noi osserviamo normalmente il disco solare. Il secondo esperimento cercherà di porci idealmente in un punto di osservazione dal quale possiamo osservare la Terra in un modo analogo a quello in cui osserviamo la Luna quando questa ci appare sullo sfondo oscuro del cielo notturno. Entrambi gli esperimenti sono complessi e articolati e mostrano la straordinaria capacità di riflessione di Galileo sulla fenomenologia visiva. E' una riflessione che si nutre di una lunga tradizione la quale risale da una parte a una certa corrente di astronomia e fisiologia osservativa sviluppata soprattutto da Tolomeo e dai 'persettivi' arabi e cristiani, e dall'altra fa riferimento alla grande tradizione dei pittori e dei teorici della pittura del Rinascimento italiano, primo tra tutti Leonardo.

Galileo sviluppa il primo dei suoi esperimenti in rapporto a una riflessione che Scheiner fa in una delle pagine iniziali della prima delle sue *Tres Epistolae de Maculis solaribus* scritte nel 1612 e dedicate a Marco Welser, lo stesso personaggio cui egli dedica le sue lettere sullo stesso argomento pubblicate nel 1613 a cura dell'Accademia dei Lincei (di cui sia Galileo che Welser erano da poco diventati membri).

Scheiner (il quale, come sappiamo, si celava sotto lo pseudonimo di Apelle) aveva scritto che gli sembrava inappropriato e improbabile porre delle macchie sul corpo brillantissimo del Sole, e addirittura macchie più nere di quelle che si osservavano sulla superficie lunare:

In Sole, corpore lucidissimo, statuere maculas, easque nigriores multo quam sint in Luna unquam visae (praeter unicum parvulam), mihi inconueniens semper est visum, et vero necdum fit probabile.¹²

¹² OG, V, p. 26.

L'osservazione del gesuita si collocava nell'ambito della concezione aristotelica della perfezione e immutabilità dei corpi celesti a cui egli ancora aderiva, anche in rapporto alle direttive emanate dai vertici della Compagnia di Gesù che tentavano una estrema difesa dell'aristotelismo contro le osservazioni dei *novatores*. Galileo coglie l'occasione di quel «nigriores» per dare all'avversario una lezione di metodo su come cogliere, attraverso l'osservazione critica, elementi che vadano oltre il puro dato sensoriale. E in modo sorprendente arriverà a dimostrare che le macchie solari, invece di essere più nere delle macchie lunari, sono addirittura più chiare delle parti luminose della Luna.

Scriva Galileo:

quello che vien da Apelle in questo luogo detto, cioè, che le macchie apparenti nel Sole siano molto più negre di quelle che mai si siano vedute nella Luna, credo che assolutamente sia falso; anzi stimo, che le macchie vedute nel Sole siano non solamente meno oscure delle macchie tenebrose, che nella Luna si scorgono, mà che le siano non meno lucide delle più luminose parti della Luna, quand'anche il Sole più direttamente l'illustra; & la ragione, che à ciò creder m'induce è tale. Venere nel suo esortò vespertino, ancorché ella sia di così gran splendor ripiena, non si scorge se non poi che è per molti gradi lontana dal Sole, e massime se amendue saranno elevati dall'Oriente; e ciò avviene per esser le parti dell'etere circonfuse intorno al Sole non meno risplendenti dell'istessa Venere, dal che si può arguire, che se noi potessimo por la Luna accanto al Sole splendida dell'istessa luce, che ella hà nel plenilunio, ella veramente resterebbe invisibile come quella, che verria collocata in un campo non meno splendente e chiaro della sua propria faccia. Hora pongasi mente, quando con il Telescopio, cioè con l'occhiale, rimiriamo il lucidissimo disco solare, quanto, e quanto egli ci appar più splendido del campo, che lo circonda, & in oltre paragoniamo la negrezza delle macchie solari, sì cola la luce dell'istesso sole, come con l'oscurità dell'ambiente contiguo, e troveremo per l'uno, e per l'altro paragone non esser le macchie del Sole più oscure del campo circonfuso; se dunque l'oscurità delle macchie solari non è maggiore di quella del campo, che circonda il medesimo Sole; e se di più lo splendor della Luna resterebbe impercettibile nella chiarezza del medesimo ambiente, adunque per necessaria conseguenza si conclude, le macchie solari non esser punto men chiare delle parti più splendide della Luna, benché situate nel fulgidissimo campo del disco solare ci si mostrino tenebrose, e nere, e se esse non cedono di chiarezza alle più luminose parti della Luna, quali saranno elleno in comparazione delle più oscure macchie di essa Luna? e massime se noi volessimo intender delle macchie tenebrose cagionate dalle proiezioni dell'ombre delle montuosità lunari, le quali in comparazione delle parti illuminate non sono manco nere che l'inchiostro rispetto a questa carta. E questo voglio che sia detto non tanto per contrariare Apelle, quanto per mostrare, come non è necessario por' la materia di esse macchie molto opaca e densa, quale si deve ragionevolmente stimare che sia quella della Luna e de gl'altri pianeti, mà una densità, & opacità simile a quella di una nugola è bastante nell'interporsi trà'l Sole e noi à far una tale oscurità, e negrezza.¹³

Il ragionamento che Galileo sviluppa in questo passo della prima lettera sulle macchie solari per confrontare la luminosità delle macchie solari con quella della Luna in condizioni di uguale luminosità di sfondo si articola in diversi passaggi che conviene qui distinguere ed evidenziare per sottolineare il modo in cui lo scienziato pisano realizza, sulla base di un esperimento mentale, un confronto visivo di fatto impossibile nella realtà. Galileo fa un iniziale riferimento a Venere, il pianeta che appare

¹³ GALILEO GALILEI, *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti : comprese in tre lettere scritte all'illustrissimo signor Marco Velsari*, Roma, G. Mascardi, 1613, pp. 12-14. L'opera è consultabile al sito web <http://fermi.imss.fi.it/rd/bd> e reperibile anche al sito <http://gallica.bnf.fr/>

luminosissimo (quando è osservato sullo sfondo del cielo notturno), per dirci come questo fulgido astro diventi invisibile quando si mostra al tramonto del Sole in prossimità del corpo solare. Il riferimento a Venere si rende necessario perché in tal modo Galileo può suggerire al lettore in via mediata (attraverso appunto il luminoso pianeta) quel che avverrebbe se la Luna nel fulgore del plenilunio potesse mostrarsi in condizioni corrispondenti a quelle di Venere che segue da presso il Sole al tramonto («se noi potessimo por la Luna accanto al Sole splendida dell'istessa luce, che ella hà nel plenilunio»). Cosa questa impossibile perché il plenilunio si verifica quando la Luna è in opposizione al Sole e quindi è del tutto lontana dal corpo luminoso di quest'ultimo.

Al pari di Venere – ci dice Galileo - la Luna resterebbe invisibile, e per una ragione analoga. Venendo l'uno o l'altro dei due corpi splendenti a trovarsi in un ambiente fortemente luminoso, scomparirebbe l'effetto di contrasto chiaro-scuro che si verifica quando essi si mostrano sul nero sfondo del cielo notturno (effetto che contribuisce ad accentuarne la visibilità, Cfr. Fig. 5). Mettendo in gioco Venere, Galileo ha potuto così far della zona luminosa circumsolare (le «parti dell'etere circonfuse intorno al Sole») lo sfondo comune per il confronto tra la Luna e il Sole (con le loro macchie). A questo punto egli passa a stabilire per mezzo del telescopio un confronto tra la luminosità (o negrezza) delle macchie da un lato con il corpo solare di cui si sottolinea la brillantezza («la luce dell'istesso Sole») e, dall'altro, con l'ambiente circostante al Sole, di cui ora si mette in evidenza l'aspetto oscuro («l'oscurità dell'ambiente contiguo»). Quest'oscurità contrasta con quanto si notava in precedenza allorché si parlava delle «parti dell'etere circonfuse intorno al Sole non meno risplendenti dell'istessa Venere», o, della Luna che «resterebbe invisibile come quella, che verria collocata in un campo non meno splendente e chiaro della sua propria faccia». Questo avviene proprio perché Galileo ha chiaro come la luminosità apparente di un corpo dipende in modo essenziale dallo sfondo contro cui è osservata, e non è semplice funzione dell'irradiazione fisica (Cfr. Fig. 1,2, 4 e 5). Può quindi passare alla conclusione che le macchie solari, pur apparendoci «tenebrose e nere», non sono in realtà «men chiare delle parti più splendide della Luna». Conclusione questa paradossale che abbatte le conclusioni di Scheiner sulla negrezza delle macchie, espressione di una fede sul valore dei dati immediati dei sensi.

Passiamo ora a considerare quello che ho indicato come secondo esperimento galileiano nell'ambito della psico-fisica visiva. La discussione nella quale questo esperimento è inserito riguarda il problema della luminosità della Luna, che Galileo

considera compatibile con la superficie scabra da lui messa in evidenza nelle sue osservazioni telescopiche e ritenuta conseguenza di una riflessione di tipo diffuso (e riguarda quindi la possibilità che anche la Terra, corpo evidentemente scabro, possa apparire ugualmente luminosa). Scheiner invece, nell'ambito della separazione essenziale tipica della tradizione aristotelica tra mondo terrestre e mondo celeste, tende a negare che la Terra possa riflettere efficacemente la luce del sole e attribuisce l'apparenza irregolare della Luna a una parziale penetrazione dei raggi solari all'interno del suo corpo formato di una materia translucida (in modo simile, come Sagredo si esprimerà nei *Massimi sistemi*, alle «madreperle, le quali, si lavorano in varie figure, e benché ridotte ad una estrema liscezza, sembrano all'occhio tanto variamente in diverse parti cave e colme, che appena al tatto stesso si può dar fede della loro egualità»¹⁴).

Nelle terza lettera sulle macchie solari Galileo sviluppa la sua polemica con Scheiner sforzandosi innanzitutto di comprendere le ragioni psicologiche e storiche per cui gli uomini (qui in particolare «'l popolo», ma in altri casi anche filosofi e uomini di scienza: « gli Aristoteli e i Tolomei») abbiano potuto aderire per secoli in modo più o meno acritico a una particolare concezione. Egli scrive:

Ma poi che Apelle si rende così difficile a conceder questa così potente riflessione di lume fatta dal globo terrestre, e così facile ad ammettere il corpo lunare trasparente e penetrabile da i raggi solari, come in questo luogo ed ancor più apertamente replica verso il fine di questi discorsi, voglio produrre una o due delle molte ragioni che mi persuadono quella conclusione per vera e questa per falsa; le quali, per avventura risolte con qualche occasione da Apelle, potrebbero farmi cangiar opinione. Non tacerò intanto che io fortemente dubito, che questo comun concetto, che la Terra, come opachissima oscura ed aspra che l'è, sia inabile a riflettere il lume del Sole, sì come all'incontro molto lo riflette la Luna e gli altri pianeti, sia invalso tra 'l popolo perché non ci avvien mai il poterla vedere da qualche luogo tenebroso e lontano nel tempo che il Sole la illumina, come, per l'opposito, frequentemente vediamo la Luna, quando ed ella si trova nel campo oscuro del cielo, e noi siamo ingombrati dalle tenebre notturne; ed accadendoci, dopo aver non senza qualche meraviglia fissati gli occhi nello splendor della Luna e delle stelle, abbassargli in Terra, restiamo dalla sua oscurità in certo modo attristati, e di lei formiamo una tale apprensione, come di cosa repugnante per sua natura ad ogni lucidezza; non considerando più oltre, come nulla rileva al ricevere e riflettere il lume del Sole, la densità oscurità ed asprezza della materia e che l'illuminare è dote e virtù del Sole, non bisognosa d'eccellenza veruna ne i corpi che devono essere illuminati, anzi più presto sendo necessario il levargli certe condizioni più nobili, come la trasparenza della sostanza e la liscezza della superficie, facendo quella opaca e questa ruvida e scabrosa: ed io son molto ben sicuro, contro alla comune opinione, ch'è quando la Luna fosse polita e tersa come uno specchio, ella non solamente non ci rifletterebbe, come fa, il lume del Sole, ma ci resterebbe assolutamente invisibile, come se la non fosse al mondo; il che a suo luogo con chiare dimostrazioni farò manifesto.¹⁵

L'argomentazione è resa in modo vivace facendo riferimento alla tristezza che ci prenderebbe quando, avendo osservato lo splendore della Luna, abbassassimo gli occhi verso l'oscurità della Terra. Galileo considera inizialmente l'opinione secondo cui la

¹⁴ GALILEO GALILEI, 1632, p. 79.

¹⁵ GALILEO GALILEI, 1613, pp. 133-134.

Terra sarebbe incapace di riflettere la luce solare per la natura irregolare della sua superficie, in contrasto con quanto avverrebbe in una Luna la cui superficie viene ritenuta perfettamente regolare e liscia: questa opinione nascerebbe dal fatto che la Terra appare particolarmente scura a chi di notte abbia avuto modo di osservare lo splendore della Luna sullo sfondo del cielo notturno.

Continuando il suo ragionamento egli passa quindi a stabilire un confronto Terra-Luna creando, con l'artificio di un nuovo elaborato esperimento mentale, condizioni virtuali in cui il confronto possa avvenire in condizioni comparabili. Poiché non è possibile per l'osservatore terrestre porsi in una condizione tale da poter mirare, stando nell'ombra («da qualche luogo tenebroso») il globo terrestre illuminato dal Sole sullo sfondo del cielo notturno (sul «campo oscuro del cielo»), Galileo stabilisce un raffronto diverso, portando la Luna sullo sfondo del cielo diurno e mettendola in rapporto diretto con le nuvole o con la cima di una torre o di un muro chiaro illuminati dal Sole (Cfr. Fig. 4 e 5):

Ma per non traviare dal particolare che ora tratto, dico che facilmente m'induco a credere, che se già mai non ci fosse occorso il veder la Luna di notte, ma solamente di giorno, avremmo di lei fatto il medesimo concetto e giudizio che della Terra: perché, se porremo cura alla Luna il giorno, quando talvolta, sendo più che 'l quarto illuminata, ella s'imbatte a trovarsi tra le roture di qualche nugola bianca o vero incontro a qualche sommità di torre o altro muro di color mezzanamente chiaro, quando rettamente sono illustrati dal Sole, sì che della chiarezza di quelli si possa far parallelo col lume della Luna, certo si troverà la lor lucidezza non esser inferiore a quella della Luna; onde se loro ancora potessero mantenersi così illustrati sin alle tenebre della notte, lucidi ci si mostrerieno non meno della Luna, né men di quella illuminerebbono i luoghi a loro circonvicini, sin a tanta distanza da quanta la lor grandezza non apparisse minor della faccia lunare; ma le medesime nugole e l'istesse muraglie, spogliate de' raggi del Sole, rimangono poi la notte, non men della Terra, tenebrose e nere.¹⁶

Da un confronto di questo tipo risulterebbe –nota Galileo- la «lucidezza» degli oggetti terrestri «non essere inferiore a quella della Luna». La convinzione diversa dell'uomo (Luna più luminosa dalla Terra) nasce dal fatto che, a differenza della Luna la quale continua a ricevere i raggi del Sole dopo il tramonto del Sole, le cose terrestri («le medesime nugole e l'istesse muraglie») vengono di notte private dei raggi del Sole, divenendo così scure.

Che comunque, al pari della Luna, la Terra sia capace di riflessione viene confermato da un secondo esperimento in cui si stabilisce un diverso tipo di raffronto tra i due corpi, portando in qualche modo la Luna in ambiente terrestre. È un esperimento in cui Galileo si ispira alle trattazioni sul 'lume secondario' dei pittori italiani del Rinascimento e utilizza, in ambito visivo, l'accorgimento del foro fatto nel

¹⁶ *Ibidem*, pp. 134-135.

muro per far entrare la luce del Sole che ricorre in molta della tradizione dell'ottica del medioevo arabo e cristiano. Se il foro è tale che, visto dal muro colpito dalla luce del Sole, esso sottende un angolo visivo non superiore a quello sotto il quale ci appare la Luna, allora la luce solare riflessa dal muro sarà tale da poter illuminare in modo efficace una seconda stanza in comunicazione con la prima. A tal punto che si potrà più agevolmente leggere il libro con la luce riflessa in via secondaria dal muro che con la luce diretta della Luna:

Di più, gran sicurezza doveremo noi pur prender dall'efficace riflessione della Terra dal veder quanto lume si sparga in una stanza priva d'ogn'altra luce, e solo illuminata dalla riflessione di qualche muro oppostogli e tocco dal Sole, ancor che tal riflessione passi per un foro così angusto, che dal luogo dove ella vien ricevuta non apparisca il suo diametro sottendere ad angolo maggiore che 'l visual diametro della Luna; nulla di meno tal luce secondaria è così potente, che, ripercossa e rimandata dalla prima in una seconda stanza, sarà ancor tanta che non punto cederà alla prima riflessione della Luna: di che si ha chiara e facile esperienza dal veder che più agevolmente leggeremo un libro con la seconda riflessione del muro, che con la prima della Luna.¹⁷

Galileo continua il suo confronto sulla luminosità tra Terra e Luna con un altro esempio in cui la comparazione si fa ricorrendo a vari termini intermedi. In primo luogo tra una fiamma veduta di notte da lontano sulla cima di un monte e una «stella radente l'orizzonte»: confronto da cui risulta che la luce di quest'ultima potrebbe non essere distinguibile da quella che riceviamo dalla fiamma. Se una fiamma può apparire come una stella, allora la Terra, qualora fosse «tutta ardente e piena di fiamme», apparirebbe come una stella brillante se osservata da un luogo oscuro lontano (per esempio dalla parte scura della Luna). Ma una fiamma – dice Galileo – non è più luminosa di una pietra o di un pezzo di legno colpiti direttamente dal Sole (com'è dimostrabile attraverso un confronto diretto). Ne consegue che, nel corso delle notti lunari, accadrà che la Terra percossa dal Sole si mostrerà a un osservatore situato sulla superficie della Luna, come e più luminosa di quest'ultima (questo anche sulla base del raffronto geometrico tra i due globi). Scrive Galileo:

Aggiungo finalmente, che pochi saranno quelli a' quali, scorgendo di notte da lontano qualche fiamma sopra d'un monte, non sia accaduto star in dubbio, se fosse un fuoco o una stella radente l'orizzonte, non ci apparendo il lume della stella superiore a quel d'una fiamma; dal che ben si può credere che se la Terra fosse tutta ardente e piena di fiamme, veduta dalla parte tenebrosa della Luna, si mostrerebbe non men lucida d'una stella: ma ogni sasso ed ogni zolla percossa dal Sole e assai più lucida che se ardesse; il che si conoscerà facilmente, accostando una candela accesa appresso una pietra o un legno direttamente ferito dal raggio solare, al cui paragone la fiamma resta invisibile: adunque la Terra, percossa dal Sole, veduta dalla parte tenebrosa della Luna, si mostrerà lucida come ogn'altra stella; e tanto maggior lume rifletterà nella Luna, quanto ella vi si dimostra di smisurata grandezza, cioè di superficie circa 12 volte maggiore di quello che la Luna apparisce a noi; oltre che, trovandosi la Terra nel novilunio più vicina al Sole che la Luna nel plenilunio, e però sendo più gagliardamente, cioè più d'appresso, illuminata quella che questa, più gagliardamente, in conseguenza rifletterà il lume la Terra verso la Luna, che la Luna verso la Terra.

¹⁷ *Ibidem*, p. 135.

Per queste e per molte altre ragioni ed esperienze, che per brevità tralascio, dovrebbe, per mio credere, stimarsi la riflessione della Terra bastante alla secondaria illuminazione della luna, senza bisogno d'introdurvi alcuna perspicuità, e massime perspicuità in in quel grado che da Apelle ci viene assegnata, nella quale mi par di scorgere alcune inesplicabili contraddizioni.¹⁸

Nella prima giornata dei *Massimi sistemi* Galileo tornerà sull'argomento della fallacia delle impressioni visive riprendendo e rielaborando molte delle argomentazioni sviluppate nelle *Macchie solari*. Lo farà sempre in rapporto all'argomento del candore lunare, in un brano celebre in cui, dinanzi a Simplicio il quale è riluttante ad ammettere che «la Terra possa riflettere il lume del Sole non men gagliardamente che la Luna», Salviati si dice in grado di penetrare i suoi pensieri (e le ragioni delle sue difficoltà) meglio di lui stesso (uno dei tanti discorsi 'maieutici' dell'opera). Salviati che per convincere Simplicio aveva poco prima messo sulla scena dei *Massimi sistemi* il famoso esperimento dello 'specchio scuro' e del 'muro chiaro' (giustamente ammirato da Italo Calvino), fa inizialmente ricorso al confronto, già presente nella terza lettera sulle *Macchie solari*, tra la luminosità della Luna vista di giorno, e quella di «nugolette» illuminate dal Sole:

SIMP. Se io mi discorra bene o male, potrebb'esser che voi meglio di me lo conosceste; ma, o bene o mal ch'io mi discorra, che voi possiate meglio di me penetrar il mio discorso, questo non crederò io mai.

SALV. Anzi vel farò io creder pur ora. Ditemi un poco: quando la Luna è presso che piena, sí che ella si può veder di giorno ed anco a meza notte, quando vi par ella piú splendente, il giorno o la notte?

SIMP. La notte, senza comparazione, e parmi che la Luna imiti quella colonna di nugole e di fuoco che fu scorta a i figliuoli di Isdraele, che alla presenza del Sole si mostrava come una nugoletta, ma la notte poi era splendidissima. Cosí ho io osservato alcune volte di giorno tra certe nugolette la Luna non altramente che una di esse biancheggiante; ma la notte poi si mostra splendentissima.¹⁹

Salviati continua poi mettendo in evidenza attraverso le parole di Simplicio come la particolare brillantezza della Luna notturna sia conseguenza di un effetto psicofisiologico:

SALV. Talché quando voi non vi foste mai abbattuto a veder la Luna se non di giorno, voi non l'avreste giudicata piú splendida di una di quelle nugolette.

SIMP. Cosí credo fermamente.

SALV. Ditemi ora: credete voi che la Luna sia realmente piú lucente la notte che 'l giorno, o pur che per qualche accidente ella si mostri tale?

SIMP. Credo che realmente ella risplenda in se stessa tanto di giorno quanto di notte, ma che 'l suo lume si mostri maggiore di notte perché noi la vediamo nel campo oscuro del cielo; ed il giorno, per esser tutto l'ambiente assai chiaro, sí che ella di poco lo avanza di luce, ci si rappresenta assai men lucida.²⁰

¹⁸ *Ibidem*, pp. 135-136.

¹⁹ GALILEO GALILEI, 1632, p. 80-81.

²⁰ *Ibidem*, p. 81.

E porta infine l'interlocutore a concludere come la brillantezza della Luna notturna non sia conseguenza di una sua differenza essenziale rispetto alla Terra:

SALV. Hor ditemi; avete voi veduto mai in su la meza notte il globo terrestre illuminato dal Sole?

SIMP. Questa mi pare una domanda da non farsi se non per burla, o vero a qualche persona conosciuta per insensata affatto.

SALV. No, no, io v'ho per uomo sensatissimo, e fo la domanda sul saldo: e però rispondete pure, e poi se vi parrà che io parli a sproposito, mi contento d'esser io l'insensato; ché bene è piú sciocco quello che interroga sciocamente, che quello a chi si fa interrogazione.

SIMP. Se dunque voi non mi avete per semplice affatto, fate conto ch'io v'abbia risposto, e detto che è impossibile che uno che sia in Terra, come siamo noi, vegga di notte quella parte della Terra dove è giorno, cioè che è percossa dal Sole.

SALV. Adunque non vi è toccato mai a veder la Terra illuminata se non di giorno; ma la Luna la vedete anco nella piú profonda notte risplendere in cielo: e questa, signor Semplicio, è la cagione che vi fa credere che la Terra non risplenda come la Luna; che se voi poteste veder la Terra illuminata mentreché voi fuste in luogo tenebroso come la nostra notte, la vedreste splendida piú che la Luna. Ora, se voi volete che la comparazione proceda bene, bisogna far parallelo del lume della Terra con quel della Luna veduta di giorno, e non con la Luna notturna, poiché non ci tocca a veder la Terra illuminata se non di giorno. Non sta cosí?

SIMP. Cosí è dovere.

SALV. E perché voi medesimo avete già confessato d'aver veduta la Luna di giorno tra nugolette biancheggianti e similissima, quanto all'aspetto, ad una di esse, già primamente venite a confessare che quelle nugolette, che pur son materie elementari, son atte a ricever l'illuminazione quanto la Luna, ed ancor piú, se voi vi ridurrete in fantasia d'aver vedute talvolta alcune nugole grandissime, e candidissime come la neve; e non si può dubitare che se una tale si potesse conservar cosí luminosa nella piú profonda notte, ella illuminerebbe i luoghi circonvicini piú che cento Lune. Quando dunque noi fuissimo sicuri che la Terra si illuminasse dal Sole al pari di una di quelle nugolette, non resterebbe dubbio che ella fusse non meno risplendente della Luna. Ma di questo cessa ogni dubbio, mentre noi veggiamo le medesime nugole, nell'assenza del Sole, restar la notte cosí oscure come la Terra; e, quel che è piú, non è alcuno di noi al quale non sia accaduto di veder piú volte alcune tali nugole basse e lontane, e stare in dubbio se le fussero nugole o montagne: segno evidente, le montagne non esser men luminose di quelle nugole.²¹

Subito dopo Galileo riprende l'argomento della luminosità del Sole che, riflessa da una parete, riesce ad illuminare una stanza chiusa piú della luminosità diretta della Luna, ma, a differenza che nelle *Macchie solari*, lo fa col ricorso a un esperimento 'vero' che Sagredo mette in scena con frasi brevi e incisive e ricche di movimento:

SAGR. Ma che piú altri discorsi? Eccovi là su la Luna, che è piú di meza; eccovi là quel muro alto, dove batte il Sole; ritiratevi in qua, sí che la Luna si vegga accanto al muro; guardate ora: che vi par piú chiaro? non vedete voi che se vantaggio vi è, l'ha il muro? Il Sole percuote in quella parete; di lí si reverbera nelle pareti della sala; da quelle si riflette in quella camera, sí che in essa arriva con la terza riflessione: e ad ogni modo son sicuro che vi è piú lume, che se direttamente vi arrivasse il lume della Luna.

SIMP. Oh questo non credo io, perché quel della Luna, e massime quando ell'è piena, è un grande illuminare.

SAGR. Par grande per l'oscurità de i luoghi circonvicini ombrosi, ma assolutamente non è molto, ed è minore che quel del crepuscolo di mez'ora dopo il tramontar del Sole; il che è manifesto, perché non prima che allora vedrete cominciare a distinguersi in Terra le ombre de i corpi illuminati dalla Luna. Se poi quella terza riflessione in quella camera illumina piú che la prima della Luna, si potrà conoscere andando là, col legger quivi un libro, e provar poi stasera al lume della Luna se si legge piú agevolmente o meno, che credo senz'altro che si leggerà meno.²²

²¹ *Ibidem*, pp. 81-82.

²² *Ibidem*, pp. 82-83.

Rivolgendosi a Simplicio, Salviati può dunque a ragione concludere il suo discorso ‘maieutico’ con queste parole:

SALV. Ora, signor Simplicio (se però voi sete stato appagato), potete comprender come voi medesimo sapevi veramente che la Terra risplendeva non meno che la Luna, e che il ricordarvi solamente alcune cose sapute da per voi, e non insegnate da me, ve n’ha reso certo: perché io non vi ho insegnato che la Luna si mostra più risplendente la notte che ‘l giorno, ma già lo sapevi da per voi, come anco sapevi che tanto si mostra chiara una nuvoletta quanto la Luna; sapevi parimente che l’illuminazione della Terra non si vede di notte, ed in somma sapevi il tutto, senza saper di saperlo. Di qui non doverà di ragione esservi difficile il conceder che la riflessione della Terra possa illuminar la parte tenebrosa della Luna, con luce non minor di quella con la quale la Luna illustra le tenebre della notte, anzi tanto più, quanto che la Terra è quaranta volte maggior della Luna.²³

Il riferimento alla possibilità che la luce solare riflessa dalla Terra verso la zona buia della Luna sia responsabile del debole chiarore visibile nella parte della Luna che non riceve direttamente i raggi del Sole è occasione per la successiva discussione in cui Galileo sviluppa un’analisi fortemente critica delle opinioni di Scheiner. In un «libretto moderno» citato da Simplicio, Il gesuita tedesco aveva attribuito, il «lume secondario» della Luna alla penetrazione della luce solare nel corpo della Luna da lui ritenuto parzialmente trasparente «come una nuvola o un cristallo»²⁴. Attraverso Salviati Galileo dà un prova ulteriore della sua straordinaria capacità di analizzare in modo critico le immagini visive. Lo fa introducendo l’argomento (non presente nelle *Macchie solari*), dell’apparenza della Luna nel corso delle eclissi, e dando poi una nuova lezione all’antico avversario sul tema della fallacia dei sensi. In particolare egli mostra come quello che Scheiner considerava essere un effetto fisico della diversa illuminazione solare del corpo translucido della Luna (la maggiore luminosità alla periferia della parte oscura della Luna) abbia invece una spiegazione psico-fisica che fa riferimento ad effetti di contrasto visivo:

SIMP. Veramente io credeva che quel lume secondario fosse proprio della Luna.

SALV. E questo ancora sapete da per voi, e non v’accorgete di saperlo. Ditemi: non avete voi per voi stesso saputo che la Luna si mostra più luminosa assai la notte che il giorno, rispetto all’oscurità del campo ambiente? ed in conseguenza non venite voi a sapere in genere, che ogni corpo lucido si mostra più chiaro quanto l’ambiente è più oscuro?

SIMP. Questo so io benissimo.

SALV. Quando la Luna è falcata e vi mostra assai chiaro quel lume secondario, non è ella sempre vicina al Sole, ed in conseguenza nel lume del crepuscolo?

SIMP. Èvvi; e molte volte ho desiderato che l’aria si facesse più fosca per poter veder quel tal lume più chiaro, ma l’è tramontata avanti notte oscura.

SALV. Voi dunque sapete benissimo che nella profonda notte quel lume apparirebbe più?

²³ *Ibidem*, p. 83.

²⁴ CHRISTOPH SCHEINER *Disquisitiones mathematicae de controuersiis et nouitatibus astronomicis* Ingolstadii, ex Typographeo Ederiano apud Elisabetham Angermariam, 1614, p. 61. (consultabile al sito web: <http://fermi.imss.fi.it/rd/bd>). Nei *Massimi sistemi* Galileo dedica diverse pagine alla confutazione di molte delle argomentazioni anticopernicane presenti in quest’opera.

SIMP. Signor sí, ed ancor piú se si potesse tor via il gran lume delle corna tocche dal Sole, la presenza del quale offusca assai l'altro minore.

SALV. Oh non accad'egli talvolta di poter vedere dentro ad oscurissima notte tutto il disco della Luna, senza punto essere illuminato dal Sole?

SIMP. Io non so che questo avvenga mai, se non ne gli eclissi totali della Luna.

SALV. Adunque allora dovrebbe questa sua luce mostrarsi vivissima, essendo in un campo oscurissimo e non offuscata dalla chiarezza delle corna luminose: ma voi in quello stato come l'avete veduta lucida?

SIMP. Holla veduta talvolta del color del rame ed un poco albicante; ma altre volte è rimasta tanto oscura, che l'ho del tutto persa di vista.

SALV. Come dunque può esser sua propria quella luce, che voi cosí chiara vedete nell'albor del crepuscolo, non ostante l'impedimento dello splendor grande e contiguo delle corna, e che poi nella piú oscura notte, rimossa ogni altra luce, non apparisce punto?

[...]

SIMP. Fermate, di grazia, che pur ora mi sovviene aver letto in un libretto moderno di conclusioni, pieno di molte novità, «che questo lume secondario non è cagionato dalle stelle né è proprio della Luna e men di tutti comunicatogli dalla Terra, ma che deriva dalla medesima illuminazion del Sole, la quale, per esser la sustanza del globo lunare alquanto trasparente, penetra per tutto il suo corpo, ma piú vivamente illumina la superficie dell'emisfero esposto a i raggi del Sole, e la profondità, imbevendo e, per cosí dire, inzuppandosi di tal luce a guisa di una nugola o di un cristallo, la trasmette e si rende visibilmente lucida. E questo (se ben mi ricorda) prova egli con l'autorità, con l'esperienza e con la ragione, adducendo Cleomede, Vitellione, Macrobio e qualch'altro autor moderno, e soggiugnendo, vedersi per esperienza ch'ella si mostra molto lucida ne i giorni prossimi alla congiunzione, cioè quando è falcata, e massimamente risplende intorno al suo limbo; e di piú scrive che negli eclissi solari, quando ella è sotto il disco del Sole, si vede tralucere, e massime intorno all'estremo cerchio[...]

[...].

SAL. [...] Ma torniamo a mostrare al signor Simplicio la inefficacia de i discorsi del suo moderno autore, ne i quali ci sono falsità e cose non concludenti ed inopinabili. E prima, è falso che questa luce secondaria sia piú chiara intorno all'estremo margine che nelle parti di mezo, sí che si formi quasi un anello o cerchio piú risplendente del resto del campo. Ben è vero che guardando la Luna posta nel crepuscolo, si mostra, nel primo apparire, un tal cerchio, ma con inganno che nasce dalla diversità de i confini con i quali termina il disco lunare, sparso di questa luce secondaria: imperocché dalla parte verso il Sole confina con le corna lucidissime della Luna, e dall'altra ha per termine confinante il campo oscuro del crepuscolo, la relazion del quale ci fa parere piú chiaro l'albore del disco lunare, il quale nella parte opposta viene offuscato dallo splendor maggiore delle corna. Che se l'autor moderno avesse provato a farsi ostacolo tra l'occhio e lo splendor primario col tetto di qualche casa o con altro tramezzo, sí che visibile restasse solamente la piazza della Luna fuori delle corna, l'avrebbe veduta tutta egualmente luminosa.²⁵

La riflessione sulle cause degli errori nella conoscenza umana e in particolare nelle apparenze visive ricorre ampiamente nelle opere galileiane. Tra i molti esempi significativi potremmo citare quello relativo al problema della mancata visibilità di mutazioni nei corpi celesti, che, già presente in opere pseudonime dell'epoca della discussioni sulla stella nova del 1604 (*Cecco de Ronchitti e Alimberto Mauri*²⁶), viene poi ampiamente ripreso nelle opere maggiori.

²⁵ GALILEO GALILEI, 1632, pp. 83-85.

²⁶ Il *Dialogo di Cecco di Ronchitti da Bruzene in perpuosito de la Stella Nuova* è un'opera scritta in dialetto pavano, alla maniera del Ruzante, pubblicata nel 1605 in due edizioni (una a Padova e l'altra a Verona) in cui due contadini, Matteo e Natale, discutono della stella nuova comparsa nell'ottobre del 1604 e soprattutto delle opinioni espresse in merito al fenomeno dal filosofo aristotelico Antonio Lorenzini nel suo *Discorso intorno alla nuova stella* pubblicato a Padova nel 1605. L'opera è ascrivita al benedettino padovano Girolamo Spinelli, ma è certo che Galileo vi contribuì sia per la parte scientifica, sia anche per la parte letteraria. E' noto infatti il suo interesse per la satira salace e dissacrante (che lo aveva portato a scrivere negli anni giovanili pisani il poemetto *Contro il portar Toga*) e anche la sua familiarità e interesse per la lingua pavana. L'operetta dal titolo *Considerazioni d'Alimberto Mauri sopra*

Nelle *Considerazioni d'Alimberto Mauri* pubblicate nel 1606 la discussione si sviluppa con punte di ironia salace all'indirizzo di Ludovico delle Colombe, autore nel 1604 di un *Discorso* sulla stella nova, nel quale, fedele alla tradizione aristotelica, il filosofo fiorentino sosteneva l'incorruttibilità della materia sopralunare e l'impossibilità di mutazione nei cieli, facendo riferimento alla mancata osservazioni di mutamenti nei corpi celesti.

CONSIDERAZIONE VI. [Dico adunque, &c.] C₄.V.²⁷. Ecco un'argomento per la incorruttibilità de Cieli, cavato dalla diversità della materia elementar, e celeste, in questa guisa.

In terra si veggono seccar baccelli, fiorir cetrioli, nascer cavoli, e insieme corrompersi tanti animali. Di questi effetti niuno se ne scorge in Cielo, adunque la materia del Cielo è diversa da quella di questo mondo inferiore; Onde, se questa è corruttibile, e alterabile, ne seguita che la celestiale sia del tutto aliena da queste passioni.

Ma sento da non sò chi bisbigliarmi nell'orecchio. Oh se l'Autore non vuole, che le stelle della prima grandezza, le quali sono maggiori della terra più di 107. volte, si possano vedere senza occhiali, come saprà egli mai se lassù lontano anco da noi 100.miglia cose tanto piccole vi nascano, ò si corrompano; poiché la lontananza di venti miglia ancora ci fa perdere di vista le montagne non che le quercie, e i faggi. Opposizione di vero, per la quale appresso gl'intendenti l'autore perderebbe qualche poco di reputazione, se io non ricordassi loro, che egl'è Astrologo soprannaturale, onde egli ha potuto benissimo indovinare, se lassù si facciano, ò nò queste bagattelle di corruzioni.²⁷

Nei *Massimi sistemi* lo stesso tema viene trattato con un'ironia più garbata (ma non meno penetrante) in una discussione che, nella prima giornata, si svolge tra Salviati e Simplicio:

SALVIATI [...] desidero che voi più distintamente mi produciate le alterazioni che voi vedete farsi nella Terra e non in cielo, per le quali voi chiamate la Terra alterabile ed il cielo no.

SIMPLICIO Veggo in Terra continuamente generarsi e corrompersi erbe, piante, animali, suscitarsi venti, piogge, tempeste, procelle, ed in somma esser questo aspetto della Terra in una perpetua metamorfosi; niuna delle quali mutazioni si scorge ne' corpi celesti, la costituzione e figurazione de' quali è puntualissimamente conforme a quelle di tutte le memorie, senza esservi generato cosa alcuna di nuovo, né corrotto delle antiche.

SALVIATI Ma, come voi vi abbiate a quietare su queste visibili, o, per dir meglio, vedute, esperienze, è forza che voi reputiate la China e l'America esser corpi celesti, perché sicuramente in essi non avete vedute mai queste alterazioni che voi vedete qui in Italia, e che però, quanto alla vostra apprensione, e' sieno inalterabili.

SIMPLICIO Ancorché io non abbia vedute queste alterazioni sensatamente in quei luoghi, ce ne son però le relazioni sicure: oltre che, *cum eadem sit ratio totius et partium*, essendo quei paesi parti della Terra come i nostri, è forza che e' sieno alterabili come questi.

SALVIATI E perché non l'avete voi, senza ridurvi a dover credere all'altrui relazioni, osservate e viste da per voi con i vostri occhi propri?

alcuni luoghi del Discorso di Lodovico delle Colombe intorno alla stella apparita nel 1604 fu pubblicata a Firenze nel 1606 da G. A. Caneo. In essa vengono analizzate con ironia ed efficacia le opinioni sulla stella nova espresse dall'aristotelico fiorentino Lodovico Delle Colombe (che sarà poi avversario accanito di Galileo in altre discussioni scientifiche), secondo schemi che riappariranno nelle opere maggiori dello scienziato pisano. Vi sono pochi dubbi che l'*Alimberto Mauri* sia uscito dalla penna di Galileo, per una serie di riscontri testuali, stilistici e argomentativi (tra l'altro così ritenne lo stesso Delle Colombe), anche se non si può escludere l'intervento di un suo collaboratore. L'opera è consultabile al sito web

<http://fermi.imss.fi.it/rd/bd>.

²⁷ ALIMBERTO MAURI, 1606 carta. 4, r.

SIMPLICIO Perché quei paesi, oltre al non esser esposti a gli occhi nostri, son tanto remoti che la vista nostra non potrebbe arrivare a comprenderci simili mutazioni.

SALVIATI Or vedete come da per voi medesimo avete casualmente scoperta la fallacia del vostro argomento. Imperoché se voi dite che le alterazioni, che si veggono in Terra appresso di noi, non le potreste, per la troppa distanza, scorger fatte in America, molto meno le potreste vedere nella Luna, tante centinaia di volte piú lontana: e se voi credete le alterazioni messicane a gli avvisi venuti di là, quai rapporti vi son venuti dalla Luna a significarvi che in lei non vi è alterazione? Adunque dal non veder voi le alterazioni in cielo, dove, quando vi fussero, non potreste vederle per la troppa distanza, e dal non aver relazione, mentre che aver non si possa, non potete arguir che elle non vi sieno, come dal vederle e intenderle in Terra bene arguite che le ci sono.²⁸

Galileo aveva scritto le lettere sulla macchie solari nel 1613 e quindi tre anni dopo le sue prime osservazioni telescopiche. Con queste osservazioni egli aveva potuto mettere in evidenza, sulla base della sua analisi critica delle immagini lunari (che faceva ampio riferimento alle sue conoscenze in ambito pittorico e prospettico), come il corpo del satellite terrestre fosse irregolare. Egli aveva spiegato la luminosità della Luna sulla base della una riflessione di tipo diffuso propria di corpi dalla superficie irregolare, una riflessione che contrastava con quella di tipo speculare a cui la tradizione aristotelico-tolomaica attribuiva il «candore lunare». Ma il ragionamento che egli sviluppa nelle *Macchie solari* indica che, ancor prima di guardare la Luna, egli sapeva della irregolarità della sua superficie (e di questo ne abbiamo altra evidenza nell'*Alimberto Mauri*, che, scritto come sappiamo nel 1606, precede di oltre tre anni le prime osservazioni telescopiche.²⁹

Gli esempi da noi considerati mostrano l'attenzione di Galileo per il tema dei sensi (e della visione in particolare) e mettono in particolare luce la sua convinzione della possibile fallacia dei dati sensoriali. Potremmo citare molti altri esempi tratti da alcune delle opere maggiori (*Sidereus nuncius*, *Saggiatore*, *Massimi sistemi*), ma anche da opuscoli e operette minori e da lettere (per esempio i già citati *Cecco dei Ronchitti* e *Alimberto Mauri* e poi il *Discorso sulle comete*, *La lettere a Cristoforo Grienberger*, la *Lettera al Cigoli* sul confronto tra pittura e scultura (sulla quale ha richiamato l'attenzione Panofsky in un celebre saggio: Cfr. in questo numero di GALILAEANA il saggio di Lucia Tomasi-Tongiorgi). Sarebbe però troppo lungo addentrarci in una trattazione esauriente di questo tema. Ci limitiamo qui a sottolineare come, oltre all'attenzione particolare sui fenomeni di contrasto luminoso e sul gioco delle ombre, in Galileo sia ben evidente che ambiguità e fallacie possono nascere dal fatto che, nel processo della visione, e in particolare nell'osservazione dei corpi celesti, la realtà dello spazio tridimensionale viene a essere proiettata necessariamente su un piano

²⁸ GALILEO GALILEI, 1632, pp. 39-40.

²⁹ Si veda in ALIMBERTO MAURI, 1606, carta 15, r.

bidimensionale (la riflessione su questo punto è uno dei temi centrali del *Discorso sulle comete* e del *Saggiatore*).

È di grande importanza interrogarsi sulle possibili ragioni per così dire ‘filosofiche’ che stanno alla base dell’atteggiamento di Galileo sui sensi e sulle loro fallacie. Lo faremo facendo riferimento alle celebri pagine del cap. 48 del *Saggiatore*, quelle in cui si discute della differenza tra i due tipi di «affezioni» dei corpi che sono state poi indicate rispettivamente come qualità primarie e qualità secondarie.

Scriva in particolare Galileo nella parte iniziale della sua discussione sull’origine del calore e sulla sensazione termica («sopra questo che noi chiamiamo *caldo*»):

Per tanto io dico che ben sento tirarmi dalla necessità, subito che concepisco una materia o sostanza corporea, a concepire insieme ch’ella è terminata e figurata di questa o di quella figura, ch’ella in relazione ad altre è grande o piccola, ch’ella è in questo o quel luogo, in questo o quel tempo, ch’ella si muove o sta ferma, ch’ella tocca o non tocca un altro corpo, ch’ella è una, poche o molte, né per veruna immaginazione posso separarla da queste condizioni; ma ch’ella debba essere bianca o rossa, amara o dolce, sonora o muta, di grato o ingrato odore, non sento farmi forza alla mente di doverla apprendere da cotali condizioni necessariamente accompagnata: anzi, se i sensi non ci fossero scorta, forse il discorso o l’immaginazione per se stessa non v’arriverebbe già mai. Per lo che vo io pensando che questi sapori, odori, colori, etc., per la parte del soggetto nel quale ci par che riseggano, non sieno altro che puri nomi, ma tengano solamente lor residenza nel corpo sensitivo, sì che rimosso l’animale, sieno levate ed annichilate tutte queste qualità; tuttavolta però che noi, sì come gli abbiamo imposti nomi particolari e differenti da quelli de’ gli altri primi e reali accidenti, volessimo credere ch’esse ancora fossero veramente e realmente da quelli diverse.³⁰

E poco più oltre, dopo aver esaminato il senso dell’udito a proposito del quale nega esplicitamente l’esistenza di qualità «sonore o transonore», egli scrive:

Ma che ne’ corpi esterni, per eccitare in noi i sapori, gli odori e i suoni, si richiegga altro che grandezze, figure, moltitudini e movimenti tardi o veloci, io non lo credo; e stimo che, tolti via gli orecchi le lingue e i nasi, restino bene le figure i numeri e i moti, ma non già gli odori né i sapori né i suoni, li quali fuor dell’animal vivente non credo che sieno altro che nomi, come a punto altro che nome non è il solletico e la titillazione, rimosse l’ascelle e la pelle intorno al naso. E come a i quattro sensi considerati àno relazione i quattro elementi, così credo che per la vista, senso sopra tutti gli altri eminentissimo, abbia relazione la luce, ma con quella proporzione d’eccellenza qual è tra ‘l finito e l’infinito, tra ‘l temporaneo e l’istanteo, tra ‘l quanto e l’indivisibile, tra la luce e le tenebre. Di questa sensazione e delle cose attenenti a lei io non pretendo d’intenderne se non pochissimo, e quel pochissimo per ispiegarlo, o per dir meglio per adombrarlo in carte, non mi basterebbe molto tempo, e però lo pongo in silenzio.³¹

Le pagine del *Saggiatore* sono state considerate indice di una concezione puramente soggettiva delle sensazioni, un giudizio che sembra in particolare avvalorato dall’espressione «puri nomi» attribuita da Galileo a «sapori, odori, colori etc.» i quali

³⁰ GALILEO GALILEI, *Il Saggiatore nel quale con bilancia esquisita e giusta...* Roma, G. Mascardi, 1623, pp. 196-197. l’opera è consultabile in formato immagine nei siti <http://fermi.imss.fi.it/rd/bd> e reperibile anche al sito <http://gallica.bnf.fr/> e in formato testo al sito <http://www.liberliber.it/biblioteca/g/galilei/index.htm>.

³¹ *Ibidem*, pp. 199-200.

sarebbero senza alcuna consistenza al di fuori del soggetto che li percepisce, sicché, rimosso questo, verrebbero del tutto a scomparire. Si è anche ritenuto che, distinguendo gli attributi puramente sensoriali dalle qualità intrinseche della realtà (dimensione, moto, posizione), Galileo avesse voluto separare queste come oggetti propri dello studio scientifico, rispetto ai dati dei sensi per loro natura infidi e inadatti all'indagine scientifica rigorosa.

Senza addentrarsi in discussioni di tipo filosofico, io penso che le pagine del *Saggiatore* vadano lette e interpretate nell'ambito della concezione globale della conoscenza della natura che risalta in molte pagine galileiane e viene in particolare esplicitata in rapporto alla discussione sulle differenze tra il linguaggio della Bibbia e quello della scienza (come più oltre dirò).

Consideriamo innanzitutto l'esempio addotto da Galileo per chiarire la sua concezione, quello che chiama in causa la sensazione del solletico (e che sviluppa in un esempio in parte già considerato nel *Discorso delle comete*):

Io vo movendo una mano ora sopra una statua di marmo, ora sopra un uomo vivo. Quanto all'azione che vien dalla mano, rispetto ad essa mano è la medesima sopra l'uno e l'altro soggetto, ch'è di quei primi accidenti, cioè moto e tocco, né per altri nomi vien da noi chiamata: ma il corpo animato, che riceve tali operazioni, sente diverse affezioni secondo che in diverse parti vien tocco; e venendo toccato, verbigrazia, sotto le piante de' piedi, sopra le ginocchia o sotto l'ascelle, sente, oltre al commun tocco, un'altra affezione, alla quale noi abbiamo imposto un nome particolare, chiamandola *solletico*: la quale affezione è tutta nostra, e non punto della mano; e parmi che gravemente errerebbe chi volesse dire, la mano, oltre al moto ed al tocco, avere in sé un'altra facoltà diversa da queste, cioè il solleticare, sì che il solletico fusse un accidente che risedesse in lei. Un poco di carta o una penna, leggiermente fregata sopra qualsivoglia parte del corpo nostro, fa, quanto a sé, per tutto la medesima operazione, ch'è muoversi e toccare; ma in noi, toccando tra gli occhi, il naso, e sotto le narici, eccita una titillazione quasi intollerabile, ed in altra parte a pena si fa sentire. Or quella titillazione è tutta di noi, e non della penna, e rimosso il corpo animato e sensitivo, ella non è più altro che un puro nome. Ora, di simile e non maggiore essistenza credo io che possano esser molte qualità che vengono attribuite a i corpi naturali, come sapori, odori, colori ed altre.³²

Il senso di questo brano è abbastanza chiaro. Al di fuori del soggetto senziente le sensazioni hanno una loro indubitabile realtà fisica (che è ben evidente nel caso del solletico, ma più difficile da esplicitare per altre sensazioni, e in particolare per la sensazione luminosa). Questa realtà, che Galileo nella sua concezione atomistico-meccanicistica tende a individuare con il movimento (e in particolare con l'azione meccanica di «particelle minime» che indica come «ignicoli» o «minimi ignei» in rapporto alla sensazione termica), non è però in sé specificamente sensoriale. Non esiste in altre parole nulla al di fuori di noi che sia specificamente 'colore', 'odore', 'solletico', 'sapore', 'calore'. La connotazione sensoriale viene acquisita in rapporto

³² *Ibidem*, pp. 197-198.

agli effetti dell'azione meccanica che dall'esterno si esercita su specifici luoghi e meccanismi senzienti presenti nel corpo dell'animale e dell'uomo. In relazione all'antica teoria dei quattro elementi Galileo tende a stabilire una relazione, simile - ma solo in parte - a quella adottata da Aristotele, tra, rispettivamente, l'elemento della terra, dell'acqua, dell'aria e del fuoco e sensazioni tattili, gustative, acustiche e olfattive (e tra la visione e luce, in cui viene adombrata la 'quintessenza' o 'etere').³³ Egli si differenzia però nettamente dal filosofo greco il quale riteneva che esistessero nella realtà delle qualità specificamente sensibili. Per Aristotele il colore, il sapore, l'odore, il suono, il tangibile (cioè l'elemento sensibile corrispondente al tatto) erano attributi specifici della realtà e appartenevano al genere di 'sensibili' indicati come 'propri', cioè espressione di una qualità degli oggetti esterni indirizzata specificamente a un senso determinato (e per questo 'oggetto proprio' di quel senso). Il colore (come l'odore e altri sensibili 'propri') erano dunque presenti in modo specifico nel mondo reale indipendentemente dalla loro azione sull'individuo senziente (sebbene il verificarsi della sensazione in atto richiedesse l'interazione tra il sensibile e il senso corrispondente). La realtà fisica dei sensibili propri viene affermata in più punti in modo esplicito dal filosofo greco. Per esempio nel *De anima* si dice, relativamente alle concezioni più antiche, che «errarono pertanto i fisiologi anteriori ritenendo che niente, né bianco né nero, esiste indipendentemente dalla vista, né il sapore indipendentemente dal gusto»³⁴.

Per Aristotele il tatto (senso primordiale e presente in tutti gli animali - al pari del gusto - in quanto condizione indispensabile per la vita), includeva, oltre alle sensazioni che oggi consideriamo specificamente tattili, anche quelle di caldo e di freddo, di umido e di secco. I sensibili propri venivano distinti dai sensibili comuni, cioè da quelle proprietà degli oggetti che il soggetto conosce attraverso l'opera di più sensi (di solito vista e tatto): tra questi la forma, la dimensione, il numero, la posizione, il movimento, la quiete (in larga misura corrispondenti a quelle proprietà che Galileo considera attributi obbiettivi del reale). Un'altra importante distinzione aristotelica nell'ambito della fisiologia dei sensi riguarda i cosiddetti 'sensibili per accidente', quelli cioè che solo accidentalmente possono essere associati alla sensazione di un sensibile proprio, ma non ne costituiscono un aspetto essenziale e costante.

³³ Cfr. brano di cui alla nota 12.

³⁴ Cito nella traduzione italiana di Renato Laurenti dal volume IV dell'edizione delle Opere di Aristotele pubblicata da Laterza, Roma-Bari, 1998 (V edizione), p. 166.

Uno degli aspetti fondamentali della distinzione tra le diverse forme di sensibili riguarda il possibile verificarsi di errori: per Aristotele l'errore può nascere in primo luogo in relazione ai sensibili per accidente, e in secondo luogo per i sensibili comuni, mentre non si dà errore per i sensibili propri. A proposito di questi ultimi, l'impossibilità di errore è parte della stessa definizione, come leggiamo ad esempio nel *De anima*:

Chiamo sensibile proprio quello che non è possibile sia sentito con altro senso e intorno al quale non è possibile ingannarsi, ad esempio per la vista il colore, per l'udito il suono, per il gusto il sapore; il tatto invece ha per oggetto qualità differenti. Comunque, ciascun senso giudica, per lo meno i propri oggetti, e non si inganna sul fatto di un colore o di un suono, ma sulla natura o sul luogo dell'oggetto colorato oppure sulla natura e sull'oggetto dell'oggetto sonoro. Siffatti sensibili si dicono propri di ciascun senso: comuni invece, il movimento, la quiete, il numero, la figura, la grandezza perché sensibili di tal genere non sono propri di alcun senso, ma comuni a tutti. E infatti il movimento è percepito dal tatto e dalla vista.³⁵

L'errore può nascere nel caso dei sensibili per accidente, quando per esempio vedendo un individuo vestito di bianco dico che «sia figlio di Diare» perché normalmente il figlio di Diare veste di bianco.³⁶ Non vi è possibilità di errore nella percezione del bianco, mentre l'errore deriva dall'associazione erronea della sensazione di bianco con l'affermazione che l'immagine bianca corrisponda al 'figlio di Diare'. Nel caso dei sensibili comuni l'errore può nascere dalla possibilità che i dati di un senso siano in conflitto con i dati di un altro senso, per esempio quello visivo con quello tattile. Nell'esaminare i diversi tipi di errore che possono nascere in ambito sensoriale, appare abbastanza chiaramente che per Aristotele l'errore entra in gioco non al momento della sensazione immediata (che tende a essere sempre vera), ma in un momento successivo, quando una sensazione deve essere associata in vario modo con un'altra come nel caso dei sensibili per accidenti e dei sensibili comuni. Notiamo qui *en passant* come la fiducia di Aristotele nei sensi come via privilegiata della conoscenza viene ribadita da Simplicio in vari luoghi dei *Massimi sistemi* in cui il buon peripatetico nota come per il filosofo greco i dati dei sensi devono essere anteposti al «discorso».³⁷

³⁵ *Ibidem*, p. 144.

³⁶ *Ibidem*.

³⁷ per esempio a p. 24 Simplicio dice: «Aristotele, come quello che non si prometteva del suo ingegno, ancorché perspicacissimo, più di quello che si conviene, stimò, nel suo filosofare, che le sensate esperienze si dovessero anteporre a qualsivoglia discorso fabbricato da ingegno umano, e disse che quelli che avessero negato il senso, meritavano di esser gastigati col levargli quel tal senso. Alle pp. 47 e 48, alla domanda di Salviati: «Il medesimo [cioè Aristotele] non afferm'egli che quello che l'esperienza e il senso ci dimostra, si deve anteporre ad ogni discorso, ancorché ne paresse assai ben fondato? e questo non lo dic'egli risolutamente e senza punto titubare?», Simplicio senza esitare risponde: «Dicelo». :

All'epoca di Galileo il tema dei diversi sensibili della concezione aristotelica, e delle cause dell'errore nel giudizio sulle apparenze sensoriali, viene ripreso nel 1612 da Giulio Cesare Lagalla, professore al Collegio Romano e autore, nel 1612, del *De Phenomenis in Orbe Lunae*, in cui si criticava l'interpretazione galileiana delle immagini lunari. Lagalla sostiene l'infallibilità della sensazione riguardo ai sensibili propri in quanto proprietà («passiones») specifiche degli oggetti, e la possibilità di errore nel caso dei sensibili comuni e dei sensibili *per accidens*.³⁸ Per i sensibili comuni egli ricorre all'esempio di un remo (o di un bastone) che appare spezzato quando è parzialmente immerso in acqua, e, per i sensibili *per accidens*, fa l'esempio di uno che pensi di trovarsi dinanzi Socrate quando incontra un uomo come lui dal naso camuso e dai capelli crespi. Nelle annotazioni con cui postilla la sua copia dell'opera di Lagalla, Galileo ribatte alle argomentazioni dell'astronomo peripatetico con incisività e spirito salace mettendo in evidenza l'intrinseca inconsistenza dei suoi ragionamenti. Come, per esempio, quando, con sottile gioco ironico, dice:

Se il senso si inganna nel sensibile comune, e il moto è un sensibile comune, allora la Terra si muove, dal momento che essa appare immobile a chiunque la guardi. E non si dica che non ci si inganna, in quanto in questa sensazione ci serviamo di entrambi i sensi, cioè quello visivo e tattile; in effetti il nostro tatto è in questo caso del tutto inutile [a correggere l'apparenza] in quanto noi ci muoviamo con lo stesso moto della Terra.³⁹

O quando scrive:

Se il senso s'inganna nei sensibili comuni, adunque quando si vede volare un uccello o correr un cavallo, questo è falso.⁴⁰

E quando, a proposito dell'esempio del remo, dice:

Se la vista s'inganna nel giudicare il remo, mezzo in acqua, torto, perché la figura è sensibile comune, doverà ingannarsi anco fuor d'acqua, dove non meno la figura è sensibile comune: a che proposito dunque s'introduce l'acqua?

o quando scrive:

Non si accorge [Lagalla] che, dicendo la vista ingannarsi quando dal colore giudica il legno diritto essere torto, pone l'inganno nel sensibile proprio, e non nel comune; essendo il colore proprio sensibile della vista.⁴¹ (p. 397)

³⁸ L'opera di Lagalla è riportata in OG, III, pp. 309-399, con le postille e annotazioni di Galileo.

³⁹ *Ibidem*, p. 394.

⁴⁰ *Ibidem*.

⁴¹ *Ibidem*, p. 397.

La concezione della fisiologia sensoriale sviluppata da Galileo nelle pagine del *Saggiatore* (e accennata anche altrove) ha chiare ascendenze dall'atomismo democriteo, a cui egli fa riferimento in diversi suoi scritti (in particolare nel *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua* e nei *Discorsi su due nuove scienze*) e che doveva conoscere già dai suoi anni giovanili pisani attraverso le lezioni di Francesco Buonamici e la lettura delle opere di Lucrezio e di Galeno (e che aveva probabilmente approfondito negli anni successivi attraverso contatti con i colleghi dello Studio di Padova).⁴² Ma come accade per altre concezioni riprese dalla scienza antica, in Galileo la visione della fisiologia sensoriale è profondamente innovativa e si proietta in modo straordinario verso il futuro. Quando egli afferma che:

questi sapori, odori, colori, etc., per la parte del soggetto nel quale ci par che riseggano, non sieno altro che puri nomi, ma tengano solamente lor residenza nel corpo sensitivo, sì che rimosso l'animale, sieno levate ed annichilate tutte queste qualità.⁴³

a mio avviso, Galileo non sta qui semplicemente asserendo l'intrinseca soggettività delle sensazioni, e neppure si propone di collocare le cosiddette 'qualità secondarie' al di fuori dei territori dell'indagine scientifica. In contrasto con la tradizione aristotelica che aveva dominato la filosofia occidentale per tutto il Medioevo e il Rinascimento, egli sta affermando che la natura non ha sviluppato dei segnali specifici per comunicare, attraverso gli organi sensoriali, con gli esseri viventi; o, per dirla con altre parole, che non esiste uno speciale linguaggio con cui la natura parla all'uomo (e agli altri esseri animati) per essere ascoltata attraverso la via dei sensi, un linguaggio in qualche modo specificamente accomodato alla capacità di questi.

Le sensazioni sono il risultato di un'azione esercitata sull'individuo provvisto di sensibilità ('corpo sensitivo') da elementi della realtà naturale puramente oggettivi e in sé sprovvisti di definite qualità sensoriali, elementi che Galileo tende a identificare con una materia in movimento di diversa rarefazione. A parte i riferimenti strettamente meccanicistici, questa è proprio la concezione che sta alla base della fisiologia sensoriale moderna. Nella realtà non esistono sapori, odori, suoni, colori ma vi sono molecole, vibrazioni meccaniche o onde elettromagnetiche (e altre tipi di materia o energia) che sono in rapporto alla costituzione dell'universo e che i sistemi sensoriali, nel corso dell'evoluzione degli esseri viventi, hanno 'imparato' a utilizzare per rilevare l'informazione ambientale di significato adattativo. Le molecole non hanno in sé né

⁴² Devo la segnalazione in particolare a Michele Camerota.

⁴³ GALILEO GALILEI, 1623 cit. p. 197.

sapori né odori, le vibrazioni non sono intrinsecamente sonore e le onde elettromagnetiche non hanno colore alcuno. Le proprietà sensoriali nascono dall'interazione di questi elementi oggettivi ambientali con specifici sistemi biologici di diversa complessità, ma tutti specificamente evoluti per interagire con essi in modo efficace; e il loro modo di essere dipende strettamente dalle caratteristiche funzionali di questi sistemi.

Un esempio particolarmente utile a illustrare questo aspetto fondamentale dell'organizzazione dei sistemi sensoriali ci viene offerto dalla fisiologia visiva e in particolare dai meccanismi che sono alla base della visione dei colori. Al pari delle scimmie più evolute, gli esseri umani percepiscono i colori attraverso l'interazione di onde elettromagnetiche di lunghezza d'onda tra 400 e 700 nanometri con un sistema di fotorecettori basato su tre tipi di coni della retina sensibili a una banda abbastanza larga di lunghezze d'onda, con massimi di sensibilità corrispondenti rispettivamente a circa 430, 550, e 570 nanometri, indicati di solito come coni blu, verdi e rossi. Poiché in condizioni normali le onde elettromagnetiche più lunghe tendono a produrre sensazione di rosso, mentre onde di lunghezza intermedia e corta tendono a produrre rispettivamente sensazione di verde e di blu, è invalsa, a seguito del famoso esperimento del prisma dei Newton, la tendenza a considerare i colori come attributi oggettivi della luce e a parlare quindi di luci (o onde) rosse, verdi, blu (e di tutti gli altri colori dello spettro visibile).⁴⁴

Rispetto a Aristotele, Newton aveva fatto compiere allo studio del processo visivo un salto che potremmo indicare come paradigmatico spostando l'origine della sensazione cromatica dalle proprietà degli oggetti a caratteristiche intrinseche della luce. Scriveva lo scienziato inglese nell'articolo delle *Philosophical Transactions* in cui annunciava questo suo celebre esperimento:

Nel modo stesso in cui i raggi di luce differiscono nella loro rifrangibilità, essi differiscono anche nella loro disposizione a esibire questo o quel particolare colore. I colori non sono *Attributi* [Qualifications] della Luce, derivati da Rifrazione, o Riflessione dei Corpi naturali (come generalmente si ritiene) ma *Proprietà originali e intrinseche* [connate], che sono diverse nei diversi raggi. Alcuni raggi hanno la disposizione a esibire un colore rosso e non un colore diverso; altri raggi un colore giallo, altri infine un colore verde e così avviene per il resto dei colori. E non ci sono solo raggi specifici e particolari per i colori principali, ma anche per le gradazioni intermedie.⁴⁵

⁴⁴ Si veda MARCO PICCOLINO, 2003 cit. e in particolare il Cap. 7, pp. 250-314.

⁴⁵ ISAC NEWTON, *A Letter of Mr. Isac 1671/2. A Letter of Mr. Isaac Newton, Professor of the Mathematicks in the University of Cambridge; containing his New Theory about Light and Colors*, in «Philosophical transactions of the Royal Society of London», T. VI, pp. 3075-87. Il passo citato è alla p. 3081.

Ma se l'esperimento del prisma è stato alla base di progressi epocali nella fisica della luce, la correlazione stretta tra particolari raggi luminosi e colori determinati a cui Newton fa evidente riferimento è stata in qualche modo fuorviante dal punto di vista della fisiologia dei colori. Il fatto che noi percepiamo i colori essenzialmente sulla base della stimolazione differenziale prodotta da onde elettromagnetiche su tre diversi tipi di recettori retinici (come aveva proposto lo scozzese Thomas Young in una famosa *Lecture* presentata alla Royal Society di Londra nel 1801⁴⁶) pone delle difficoltà importanti a una correlazione univoca tra specifici raggi luminosi e colori determinati. Un individuo può avere la stessa sensazione cromatica, per esempio di giallo, sia in presenza di un'onda elettromagnetica della lunghezza d'onda di circa 600 nanometri, che in presenza di una opportuna combinazione di luci di 630 e 550 nanometri (o di altre coppie di luci) tali da produrre una stimolazione dei coni del rosso e del verde esattamente corrispondente a quella prodotta dall'onda di 600 nanometri. Questo significa che partendo da una sensazione determinata non possiamo poi risalire in modo univoco alla composizione spettrale della luce che l'ha prodotta.

Ma c'è di più. L'esperimento in cui io ottengo esattamente la stessa sensazione di giallo con due tipi di luci diverse si verifica solo per me, e solo in quanto io posseggo un determinato sistema di visione di colori basato su tre tipi di fotorecettori con bande e picchi di sensibilità ben precise. Una persona o un animale che guardassero le due luci che a me appaiono ugualmente gialle le troverebbero più o meno diverse se per condizioni patologiche (soggetti umani con anomalie della visione dei colori) o per differenze specifiche (come accade per quasi tutti gli animali che non siano i primati più evoluti) avessero un sistema di visione dei colori diverso dal mio: per esempio un sistema basato su due o a quattro tipi di fotorecettori, oppure su tre tipi di recettori ma con caratteristiche diverse da quelle della visione umana normale (come accade nei pesci e nei rettili, oltre che negli individui con anomalie di uno dei tipi di fotorecettori).

Tutto questo si può riassumere dicendo che, se in natura esistono indubbiamente delle onde elettromagnetiche senza le quali noi non potremmo percepire i colori, d'altra parte i colori in quanto tali esistono solo in rapporto a determinati sistemi sensoriali con caratteristiche ben definite.

⁴⁶ THOMAS YOUNG 1802 *The Bakerian Lecture. On the theory of light and colours.* in «Philosophical transactions of the Royal Society of London», T. XCII, pp. 12-49.

C'è un altro modo forse più efficace e indubbiamente più intenso dal punto di vista espressivo di enunciare il principio che è alla base di tutto questo, ed è quello di usare le parole di Galileo quando scriveva:

Per lo che vo io pensando che questi sapori, odori, colori, etc., per la parte del soggetto nel quale ci par che riseggano, non sieno altro che puri nomi, ma tengano solamente lor residenza nel corpo sensitivo, sì che rimosso l'animale, sieno levate ed annichilate tutte queste qualità; tuttavolta però che noi, sì come gli abbiamo imposti nomi particolari e differenti da quelli de gli altri primi e reali accidenti, volessimo credere ch'esse ancora fussero veramente e realmente da quelli diverse.⁴⁷

Siamo ben consci degli errori che sono in agguato per chi pretendesse di applicare allo studio storico interpretazioni basate sulle categorie del precorrimiento e dell'anticipazione. D'altra parte i decenni passati dalla pubblicazione della *Struttura delle rivoluzioni scientifiche* di Thomas Kuhn ci hanno reso consapevoli degli errori non meno gravi che sono stati compiuti da generazioni di storici e filosofi della scienza per i quali è stato dogma assoluto negare la possibilità di confronto tra idee scientifiche sviluppate in secoli diversi, come se, mutando i paradigmi, mutasse davvero il mondo e le sue leggi fisiche e percettive e epoche diverse facessero riferimento a principi razionali totalmente differenti e assolutamente privi di intercomunicabilità.

Sulla base delle conoscenze scientifiche della prima metà del Seicento Galileo non poteva certo anticipare gli sviluppi della fisiologia sensoriale moderna. Ma da attento scrutatore del reale e da vero filosofo com'era, egli si rendeva conto che l'assunzione dell'esistenza oggettiva di 'sensibili' propri per ciascun senso o per ciascuna sensazione avrebbe comportato una moltiplicazione ingiustificata degli enti o delle 'virtù' o 'affezioni' sensoriali (alla mano che si muove bisognava attribuire l'«affezione» del solletico, bisognava poi trovare una qualità specifica per la sensazione termica, e così per ogni diversa sensazione era necessario invocare un nuovo 'sensibile'). Ma l'idea di un mondo pieno di qualità sensibili specificamente adattate ai sensi, e in particolare ai sensi dell'uomo, andava contro uno dei capisaldi della concezione galileiana della realtà. Sebbene l'universo sia regolato da leggi e come tale conoscibile dall'uomo, secondo il noto aforisma del Libro, sviluppato nella sua forma più nota proprio nel *Saggiatore*, esso non è scritto in un linguaggio specificamente adatto alla comprensione umana. L'allusione alla lingua matematica, e ai suoi caratteri («triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola») sta a significare non tanto e non solo la comprensibilità delle leggi della natura, ma anche – e

⁴⁷ GALILEO GALILEI, 1623 cit. p. 197.

sarei tentato di dire ‘soprattutto’, la difficoltà della lettura di un sistema di segni (quello matematico) che non corrisponde al linguaggio naturale dell’uomo.

In molti passi delle opere e delle lettere di Galileo ritorna, in contesti diversi, il tema di una natura caratterizzata da leggi ‘inesorabili’ e non accomodate all’intendimento umano. Si tratta di un tema sviluppato in modo specifico nell’ambito della discussione sul rapporto tra linguaggio delle Sacre Scritture e linguaggio della natura. Nella lettera a Benedetto Castelli del 21 Dicembre 1613 egli scrive:

procedendo di pari dal Verbo divino la Scrittura Sacra e la natura, quella come dettatura dello Spirito Santo, e questa come osservantissima esecutrice degli ordini di Dio; ed essendo, di più convenuto nelle Scritture, per accomodarsi all’intendimento dell’universale, dir molte cose diverse, in aspetto e quanto al significato delle parole, dal vero assoluto; ma, all’incontro, essendo la natura inesorabile e immutabile e nulla curante che le sue recondite ragioni e modi d’operare sieno o non sieno esposti alla capacità degli uomini, per lo che ella non trasgredisce mai i termini delle leggi imposteli.⁴⁸

In termini del tutto analoghi Galileo si esprime nella lettera del 1615 a Madama Cristina di Lorena dove, parlando dell’ «aperto libro del cielo», egli pone inoltre ben in evidenza come sia difficile scrutare nel profondo i segreti della natura:

Né sia chi creda che la lettura degli altissimi concetti, che sono scritti in quelle carte, finisca nel solo veder lo splendor del Sole e delle stelle e ‘l lor nascere ed ascondersi, che è il termine sin dove penetrano gli occhi dei bruti e del vulgo; ma vi son dentro misteri tanto profondi e concetti tanto sublimi, che le vigilie, le fatiche e gli studi di cento e cento acutissimi ingegni non gli hanno ancora interamente penetrati con l’investigazioni continuate per migliaia e migliaia d’anni.⁴⁹

In una lettera scritta a Piero Dini il 21 maggio 1611, parlando a proposito dei satelliti di Giove da lui scoperti l’anno prima, Galileo mette in risalto un altro aspetto di questa indipendenza tra la realtà del mondo e la conoscenza che l’uomo ne può avere. Lo fa con riferimento alle magnifiche tavole botaniche del *Tesoro messicano*, che i Lincei si proponevano di pubblicare:

[...]parrebbe mi ardezza, per non dir temerità, la mia, se dentro a gl’angusti confini del mio intendere volessi circoscrivere l’intendere et l’operare della natura. Adunque dovevo io li giorni passati, quando in casa l’Ill.mo et Ecc.mo S. Marchese Cesi, mio Signore, veddi le pitture di 500 piante Indiane, affermare, o quella essere una finzione, negando tali piante ritrovarsi al mondo, o vero, se pur fossero, essere frustratorie et superflue, poi che nè io nè alcuno de i circostanti conosceva le loro qualità, virtù et effetti? Certamente che io non credo che negl’antichi e più rozzi secoli la natura si astenesse di produr l’immensa varietà di piante et di animali, di gemme, di metalli et altri minerali; di fare ad essi animali ogni lor membro, muscolo et articolo; in oltre, che ella mancasse di muover le celesti sfere, et in somma di produrre et operare i suoi effetti; perchè quelle inesperte genti le virtù delle piante, delle pietre e de i fossili non conoscevano, gl’usi di tutte le parti degl’animali non intendevano, et i corsi delle stelle non

⁴⁸ OG, V, pp. 282.

⁴⁹ OG, V, p. 329.

penetravano: et veramente parmi che saria cosa ridicola il credere, che allora comincino ad essere le cose della natura, quando noi cominciamo a scoprirle et intenderle.⁵⁰

Come la natura non comunica con l'uomo secondo un linguaggio specifico espressamente indirizzato ai suoi sensi, così essa non riceve dalla conoscenza che l'uomo può averne alcuna giustificazione ontologica.

Nei *Massimi sistemi* il tema ritorna in un efficace intervento di Sagredo contro Scipione Chiaramonti il quale, per criticare l'opinione copernicana, asseriva che uguali movimenti non possono convenire «a nature sommamente diverse», perché, com'egli si esprimeva:

l'osservazione ci insegna, l'operazioni e i moti di nature diverse esser diversi; e la ragione lo conferma, perché altrimenti non avremmo ingresso per conoscere e distinguer le nature, quando elle non avessero i lor moti ed operazioni che ci scorgessero alla cognizione delle sustanze.

Al principio aristotelico richiamato dal filosofo peripatetico l'arguto signore veneziano ribatteva:

SAGR. Io ho dua o tre volte osservato ne i discorsi di quest'autore, che per prova che la cosa stia nel tale e nel tal modo, e' si serve del dire che in quel tal modo si accomoda alla nostra intelligenza, o che altrimenti non avremmo adito alla cognizione di questo o di quell'altro particolare, o che il criterio della filosofia si guasterebbe, quasi che la natura prima facesse il cervello a gli uomini, e poi disponesse le cose conforme alla capacità de' loro intelletti. Ma io stimerei più presto, la natura aver fatte prima le cose a suo modo, e poi fabbricati i discorsi umani abili a poter capire (ma però con fatica grande) alcuna cosa de' suoi segreti.

Ci sono molti altri esempi che potremmo citare di passi in cui Galileo ritorna su questo tema della inesorabilità e della indifferenza della natura rispetto alla conoscenza dell'uomo e ai tentativi infruttuosi di «quei filosofi, li quali vorriano pure accomodare le opere della natura alle loro inveterate opinioni»⁵¹. E anche di come il modo di operare della natura tenda a eccedere i limiti che l'uomo, nella sua comprensione limitata, tende ad assegnargli. E' questo il tema della 'favola del sono' del *Saggiatore* in cui si parla dell'uomo di «ingegno perspicacissimo e d'una curiosità straordinaria» amante del canto degli uccelli e delle «voci e canti soavi», il quale, al termine di un lungo percorso di conoscenza,

⁵⁰ OG, XI, pp. 107-108.

⁵¹ OG, XI, p. 107.

si ridusse a tanta diffidenza del suo sapere, che domandato come si generavano i suoni, generosamente rispondeva di sapere alcuni modi, ma che teneva per fermo potervene essere cento altri incogniti ed inopinabili.⁵²

Un tema che viene ripreso da Sagredo in una delle ultime pagine della prima giornata dei *Massimi sistemi* là dove egli dice:

Estrema temerità mi è parsa sempre quella di coloro che vogliono far la capacità umana misura di quanto possa e sappia operar la natura, dove che, all'incontro, e' non è effetto alcuno in natura, per minimo che e' sia, all'intera cognizion del quale possano arrivare i più specolativi ingegni. Questa così vana prosunzione d'intendere il tutto non può aver principio da altro che dal non avere inteso mai nulla, perché, quando altri avesse sperimentato una volta sola a intender perfettamente una sola cosa ed avesse gustato veramente come è fatto il sapere, conoscerebbe come dell'infinità dell'altre conclusioni niuna ne intende.⁵³

Oltre che togliere, con l'ipotesi eliocentrica, la Terra dalla sua posizione privilegiata al centro dell'Universo, la scienza nuova propugnata da Galileo contribuiva a privare l'uomo dello statuto di destinatario privilegiato di un linguaggio specifico della natura e di metro conoscitivo del reale. Era questo il prezzo che l'umano narcisismo doveva pagare, per aumentare, attraverso nuovi metodi di indagine, la sua capacità di una conoscenza efficace (e non antropocentrica) delle leggi del Mondo. Ma anche la condizione per impostare su basi nuove il problema della fisiologia sensoriale. Talmente nuove che solo a distanza di quasi quattro secoli cominciamo a intravedere l'importanza e la novità della riflessione sul tema dei sensi nell'opera di questo geniale pisano.

⁵² GALILEO GALILEI, 1623, pp. 95-96.

⁵³ Galileo Galilei, 1632, p. 94.

Ringraziamenti

Ringrazio Michele Camerota e Lucia Tongiorgi-Tomasi per aver letto il manoscritto di questo saggio e per i loro suggerimenti, e Nicholas Wade per le discussioni avute nel corso della stesura del lavoro che ha portato alla sua compilazione.

Figure

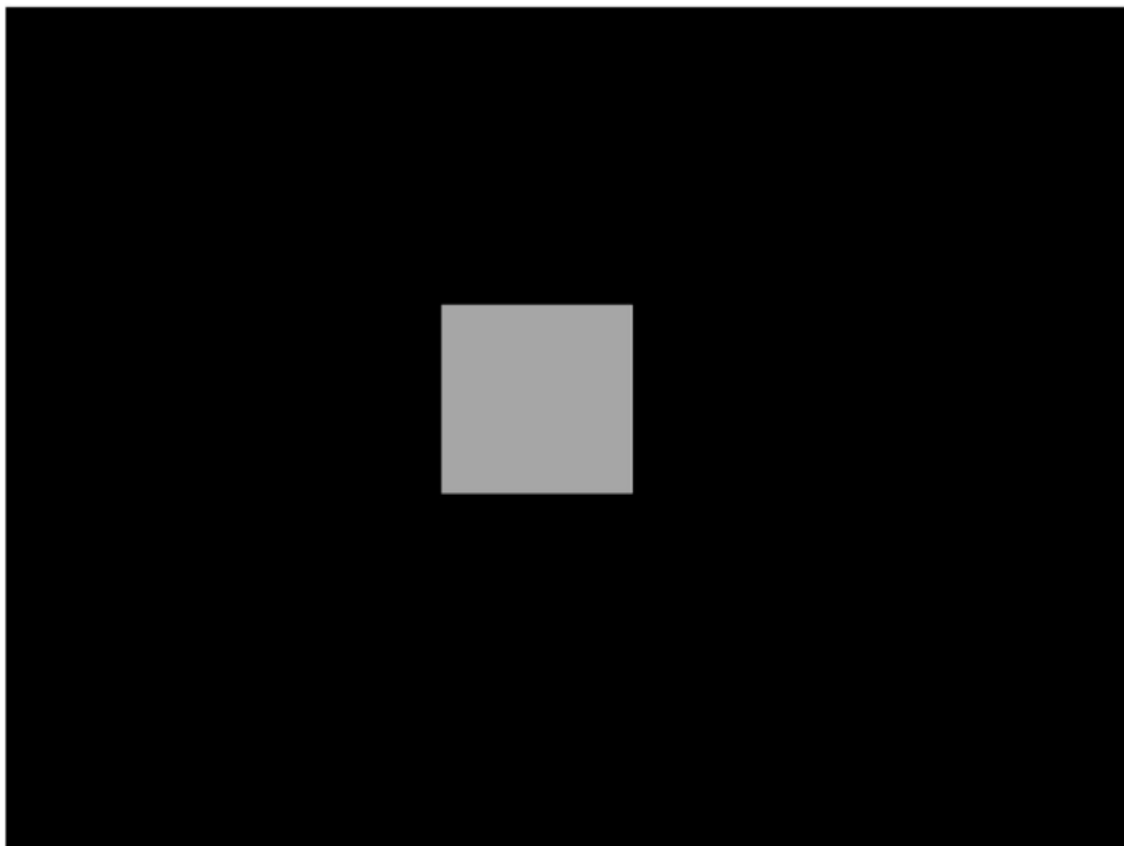


Figura 1: Immagine con quadrato grigio centrale su fondo scuro. Per effetti di contrasto il quadrato centrale appare decisamente chiaro.



Figura 2: Immagine con quadrato grigio centrale su fondo chiaro. Per l'effetto di contrasto il quadrato appare scuro. Si confronti l'immagine con la figura 1 nella quale il quadrato centrale, pur essendo dello stesso livello di luminanza, appare invece scuro.

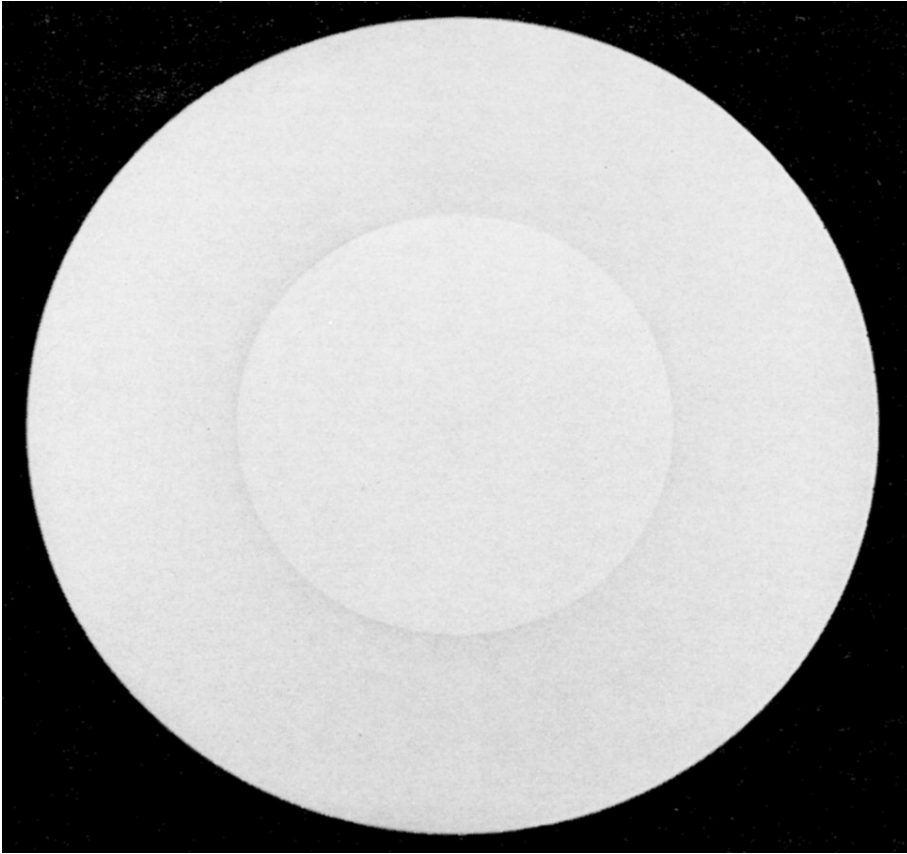


Figura. 3: Effetto Cornsweet. Sebbene nell'immagine il cerchio centrale appaia più chiara del settore circolare che lo circonda, la sua luminanza è esattamente uguale, come ci si può rendere conto coprendo con un anello di carta opportunamente ritagliato il bordo di separazione delle due parti dell'immagine. L'effetto è dovuto ad una particolare variazione di luminanza in corrispondenza di questo bordo messa a punto per creare sulla base delle conoscenze sui meccanismi fisiologici utilizzati dal sistema visivo per rilevare gli aspetti spaziali dell'informazione sensoriale.



Figura 4 Un'immagine della Luna tra le nuvole illuminate dal sole nel cielo mattutino che illustra l'affermazione di Galileo nella terza lettera sulle macchie solari: «se porremo cura alla Luna il giorno, quando talvolta, sendo più che 'l quarto illuminata, ella s'imbatte a trovarsi tra le rotture di qualche nugola bianca o vero incontro a qualche sommità di torre o altro muro di color mezzanamente chiaro, quando rettamente sono illustrati dal Sole, sì che della chiarezza di quelli si possa far parallelo col lume della Luna, certo si troverà la lor lucidezza non esser inferiore a quella della Luna».



Figura 5 La Luna fotografata di notte «quando ella si trova nel campo oscuro del cielo» e ci appare particolarmente brillante per l'effetto di contrasto visivo tra la sua luminosità e l'aspetto scuro dello sfondo. Il confronto tra la Fig. 4 e la Fig. 5 ci ricorda le parole di Simplicio nei *Massimi sistemi*: «Così ho io osservato alcune volte di giorno tra certe nuvolette la Luna non altramente che una di esse biancheggiante; ma la notte poi si mostra splendentissima». A proposito della Figura è da notare comunque che l'effetto di contrasto è molto più marcato nelle condizioni reali di osservazione della Luna sullo sfondo del cielo notturno che nelle immagini fotografiche (p. 81).