

Storia del costituirsi di un modo mentale

La prospettiva rinascimentale.[†]

Renzo L. Beltrame[‡]

Premessa

La prospettiva oltre che un fatto di grande interesse per la storia delle arti visive, è un fenomeno tuttora radicato nella nostra vita quotidiana attraverso la fotografia, il cinema e la televisione, perché gli obiettivi impiegati nelle riprese ci danno spesso delle prospettive lineari.

Il lavoro ripercorre la nascita della prospettiva moderna, con Brunelleschi nella Firenze del primo '400, e la sua prima codificazione geometrica ad opera di Leon Battista Alberti. Di questo percorso si cerca di chiarire che cosa fu la prospettiva brunelleschiana e come poté venir disegnata per la prima volta dal suo autore, si passa poi ad esaminare di quali elementi necessitasse per costituirsi quale fatto cognitivo ed in quali forme e modi venne poi codificata dall'Alberti. Vengono evidenziati i fattori che inducono a strutturare il tracciato prospettico come uno spazio tridimensionale anziché come linee su un piano e come questi furono gestiti da Brunelleschi e dall'Alberti. Dalla familiarità con la veduta del Battistero di Firenze, osservata riflessa in uno specchio piano, si arriva così alla socializzazione di un processo ideativo che utilizza, per strutturare l'ambiente, direzioni tra loro perpendicolari e allineamenti di elementi uguali ed equidistanti. Questo modo di pensare ci guida ancora oggi a dare una strutturazione univoca ad un tracciato che ammette, in termini di geometria, infinite possibilità.

Lo scritto avanza però soltanto un'ipotesi abbastanza debole sulle ragioni per cui questa prospettiva nacque e si affermò assai velocemente nella Firenze del '400, e sulle ragioni per cui si estese poi nel resto d'Italia ed in Europa. È un limite che desidero sottolineare perché concerne una questione di estrema importanza sia per la storia della prospettiva che per una teoria del comportamento umano. Ed è una questione ancora aperta, che necessita di specifiche e mirate indagini.

Si tenga poi costantemente presente nella lettura del lavoro che, delle influenze di altri fatti sulla prospettiva e delle influenze di questa su altri fatti di questo periodo, sono qui esaminati soltanto gli aspetti strettamente legati al costituirsi della prospettiva in quanto modo mentale. Per non appesantire l'esposizione, si è evitato di avvertire ogni volta che questi aspetti non esauriscono la portata dei fatti in questione, e che queste mutue influenze non sono sufficienti a motivare da sole l'occorrenza dei fatti ricordati. Lo si fa qui una volta per tutte, ed è avvertenza a cui chi scrive

[†] © Copyright ISTITUTO CNUCE - PISA 1997 – Questo Rapporto si compone di 91 pagine – Una prima versione del lavoro è stata preparata per un seminario tenuto all'I.S.I.A. di Urbino nel maggio 1995 e presentata come Rapporto CNUCE C95-17. Una versione intermedia tra l'originaria e l'attuale è stata pubblicata come: R. Beltrame, *La prospettiva rinascimentale. Nascita di un fatto cognitivo*, Quaderno di *Methodologia* N. 3, Roma, 1996.

[‡] CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE – ISTITUTO CNUCE – Via Santa Maria 36, I-56126 Pisa - email: r.beltrame@cnuce.cnr.it

annette una grandissima importanza.

Nel lavoro sono presenti, e spesso intrecciati, due punti di vista. Vi è un punto di vista storico, volto essenzialmente a ricostruire le due tavole prospettiche come prodotto di Brunelleschi, a Firenze, attorno al terzo decennio del '400. Un fatto che è studiato come irripetibile in quanto lo si pensa datato e legato ad una particolare persona. Vi è poi un punto di vista scientifico che vede nella prospettiva rinascimentale un fatto cognitivo di cui ci si propone di indagare la struttura e le modalità con cui si è costituito e socializzato. L'accento è posto qui sui problemi, in parte comuni ad ogni nuovo fatto cognitivo, in parte peculiari agli specifici costrutti mentali messi in gioco dalla prospettiva. Questo secondo punto di vista studia i fatti come ripetibili: cioè non contempla tra i loro caratteri costitutivi l'avere un determinato autore e lo svolgersi in un determinato periodo. Ad esempio, porrà l'accento sul fatto che, in uno scorcio prospettico di archi su colonne, la profondità dell'ambiente raffigurato risulterà dal pensare le colonne di eguale altezza, equidistanti ed allineate perpendicolarmente al quadro della prospettiva. L'intrecciarsi dei due punti di vista porta spesso a vedere uno stesso fatto in entrambi i modi, rendendo evidente che un fatto risulta storico o scientifico a seguito di un nostro modo di considerarlo e quindi di studiarlo.

Aspetti rilevanti per le tesi esposte che richiedevano una trattazione analitica e i dettagli delle dimostrazioni sono presentati in sezioni separate. Le singole sezioni che seguono il testo, sono state pensate per una lettura autonoma e questo ha indotto a riassumere cose dette in altre parti del lavoro; voglia il lettore scusare le ripetizioni.

Il materiale delle sezioni A, B e C è tratto in larga parte da tre precedenti lavori: R. Beltrame, *Sul proporzionamento nelle architetture brunelleschiane*, «L'Arte», 18-19/20, 1972, pp. 105-20; R. Beltrame, *Gli esperimenti prospettici del Brunelleschi*, Acc. Naz. dei Lincei - Rend. Scienze Morali - Serie VIII, XXVIII, 3-4, 1973, pp. 417-68; R. Beltrame, *La percezione dello spazio tridimensionale. Architettura e prospettiva*, «Methodologia», 5, 1989, pp. 9-35; e aggiornato per tener conto di successivi apporti. Sono state invece rielaborate le parti relative al problema inverso della prospettiva.

La datazione delle opere citate, quando in nota non sia esplicitamente riportata la fonte, ha carattere indicativo e non riflette necessariamente le più recenti posizioni storico-critiche. Si è fatto riferimento a G.C. Argan, *La Storia dell'Arte Italiana*, Sansoni, Firenze, 1972.

Rispetto alla prima versione del 1995 (Rapporto CNUCE C95-17) si è cercato di meglio individuare la possibile idea guida che portò Brunelleschi ad immaginare la sua rappresentazione prospettica; e questo ha condotto a ripensare e ad approfondire gli aspetti originali dell'apporto di L.B. Alberti. Inoltre è stata nuovamente rielaborata la sezione dedicata al problema inverso della prospettiva. Gli ulteriori interventi hanno riguardato soltanto il modo di presentare particolari punti del lavoro, senza apportare sostanziali modifiche.

La prospettiva rinascimentale quale fatto cognitivo.

Nel condurre questo studio muoveremo dall'assunto che la costruzione di uno spazio tridimensionale a partire da una prospettiva disegnata o dipinta su un piano sia frutto di una serie di operazioni mentali che non sono le uniche possibili, che non risultano cioè determinate unicamente dalla situazione fisica usata come stimolo.

A sostegno di questo assunto possiamo portare anzitutto ragioni di ordine fenomenologico. Lo stesso insieme di linee che chiamiamo tracciato prospettico può essere visto come uno spazio tridimensionale, oppure come linee tracciate su un piano che convergono in determinati punti, oppure come semplici linee su un piano. Ma è sempre possibile pensare il disegno o il dipinto come dei materiali, i pigmenti, stesi sul foglio, sulla tavola, o sulla parete. Volendo, cioè, possiamo sempre prescindere da ogni problematica di raffigurazione. La situazione impiegata come stimolo non è perciò determinante e abbiamo probabilità diverse che in un dato contesto prevalga l'una o l'altra delle attività mentali possibili.

Altre conferme ci vengono da considerazioni di ordine geometrico. Sappiamo infatti che, da un punto di vista geometrico, ha un'unica soluzione soltanto il problema diretto della prospettiva: il problema di passare, cioè, da uno o più oggetti posti in uno spazio tridimensionale alla loro rappresentazione prospettica, nota la geometria del sistema di proiezione in quello stesso spazio. Il problema inverso della prospettiva, passare cioè dalla rappresentazione prospettica alla situazione tridimensionale rappresentata, ammette da un punto di vista geometrico infinite soluzioni anche quando sia nota per intero la geometria del sistema di proiezione.

Nel costituirsi e nell'affermarsi della prospettiva possiamo allora distinguere tre problematiche. La prima, più immediatamente evidente, è la soluzione del problema diretto della prospettiva: mettere cioè a punto metodi grafici con cui rappresentare in prospettiva oggetti ed ambienti. La trattatistica prospettica rinascimentale documenta tempi e modi della soluzione di questo problema.

La seconda trae origine dalla necessità di indurre il fruitore a costruire uno spazio tridimensionale evitando che ponga in atto altri tipi di strutturazione mentale, come abbiamo visto sempre possibili. Oggi questo non sembra un problema poiché lo spazio prospettico è un modo mentale acquisito alla nostra cultura e continuamente ribadito dal cinema e dalla televisione. Agli inizi fu invece un problema cruciale e avremo modo di vedere la lucidità e la sottigliezza con cui venne affrontato e risolto.

Infine, indirizzato il fruitore verso la costruzione di uno spazio tridimensionale, si apre una terza problematica perché il tracciato prospettico lascia un vastissimo margine di ambiguità circa la forma, le dimensioni e le distanze relative degli oggetti e degli ambienti messi in prospettiva. Diventa perciò necessario introdurre una serie di abitudini e di convenzioni culturali relative agli oggetti e agli ambienti raffigurati che permettano di eliminare tali ambiguità, facendo della prospettiva un mezzo di comunicazione ragionevolmente univoco.

Vedremo che anche questa problematica venne affrontata sin dall'inizio con grande lucidità e consapevolezza. L'ambiguità, infatti, non è eliminabile agendo sul tracciato prospettico, e si debbono far intervenire elementi di carattere nozionale relativi alla forma e grandezza degli oggetti e degli ambienti raffigurati. Questo presuppone che il fruitore li riconosca e ne abbia familiarità¹.

Quando gli ambienti raffigurati erano noti e immediatamente riconoscibili interveniva una fa-

¹ Proprio perché il tracciato della prospettiva resta lo stesso e sono gli oggetti raffigurati ad essere pensati diversi, è abbastanza improbabile trovare immediate evidenze di tali diversità a livelli periferici del sistema visivo.

miliarità derivante dalla loro frequentazione. Per gli ambienti inventati si instaurò invece una familiarità con la loro genesi ideativa, legata al rispetto di un certo numero di regole secondo cui essi erano pensati. Queste regole vennero applicate di pari passo sia alle architetture costruite, sia a quelle raffigurate nelle prospettive, e proprio le architetture costruite agirono da formidabile veicolo di socializzazione.

Si arrivò così ad una articolazione dello spazio che aveva i medesimi caratteri strutturali nelle architetture costruite e nelle prospettive dipinte e quindi ad una familiarità che riguardava in entrambi i casi il processo ideativo piuttosto che il singolo esemplare². Per questa via venne stabilmente risolto, come vedremo, anche il problema di indurre il fruitore a strutturare come tridimensionali gli ambienti raffigurati nelle prospettive.

In tutta la discussione che segue la rappresentazione prospettica sarà schematizzata come proiezione, da un punto e su un piano posto a distanza finita da questo, di oggetti situati in uno spazio tridimensionale³. La Figura 1 ne illustra la geometria.

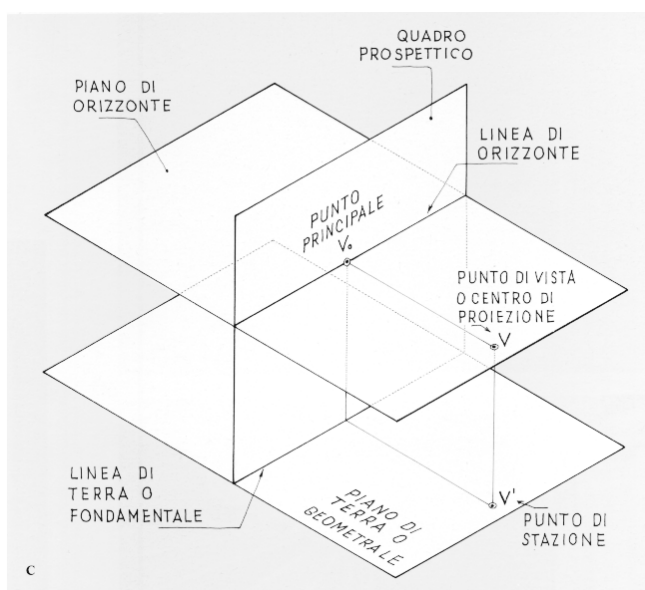


Figura 1 - Schema e nomenclatura della prospettiva lineare

Questa schematizzazione, oltre ad evidenti vantaggi di semplicità, riflette una delle linee maestre lungo cui si mosse la teorizzazione della prospettiva rinascimentale e individua lo schema secondo cui è spiegato il funzionamento della maggior parte degli attuali sistemi per la ripresa e la proiezione fotografica e cinematografica.

Nel delineare i caratteri costitutivi di quel particolare modo mentale che è la costruzione dello spazio prospettico faremo riferimento alla consapevolezza attuale. Ma è estremamente illuminante ripercorrere i momenti salienti del cammino storico attraverso cui questo modo mentale si è costituito e socializzato. Di tale percorso, infatti, possediamo i vari passaggi in maniera assai ricca ed articolata: essi sono, in sostanza, la storia dell'affermarsi della prospettiva rinascimentale.

Ne scaturisce un quadro sicuramente curioso, e forse paradigmatico, dell'accumularsi di una serie di dipendenze culturali su cui, a partire dal tracciato della prospettiva, si organizzano sia le

² In questo periodo infatti è piuttosto frequente il caso di artisti che danno contributi notevoli sia alla pittura che all'architettura.

³ Per una documentazione sui metodi attuali per disegnare oggetti ed ambienti in prospettiva si veda il testo semplice ed accurato di L. De Simoni, P. De Simoni, *Spazio Prospettico*, Roma, 1980.

operazioni costitutive della tridimensionalità, sia quelle che portano alla forma, alle dimensioni e alla disposizione relativa degli oggetti e degli ambienti raffigurati.

L'interesse per tale quadro è acuito dal fatto che in misura più o meno palese la strutturazione di uno spazio prospettico è stata spesso assunta a paradigma della visione. Ciò è avvenuto sulla base di una interpretazione indubbiamente semplicistica del processo percettivo; di qui la decisione di sottolineare, nel corso del lavoro, alcune fondamentali differenze con la percezione dello spazio tridimensionale in architettura.

Nella Sezione A sono riportati i risultati della psicologia sperimentale che più direttamente interessano la prospettiva interpretata secondo la schematizzazione indicata in precedenza.

Da essi possiamo dedurre che uno dei processi attraverso cui percepiamo un oggetto ad una certa distanza da noi e di una certa grandezza si appoggia all'angolo visivo sotto cui viene visto l'oggetto: pensando l'oggetto di una certa grandezza esso sarà visto ad una certa distanza, e pensando ad una certa distanza apparirà di una certa grandezza.

Gli schemi sotto riportati visualizzano con immediatezza questo fatto mostrando come ad uno stesso angolo visivo possano corrispondere oggetti che ci appaiono di diversa grandezza a distanze differenti; gli oggetti sono qui schematizzati con due semplici segmenti.



Figura 2 - Oggetti di grandezza diversa a differente distanza possono sottendere lo stesso angolo visivo.

I risultati in questione sono particolarmente pertinenti per la prospettiva perché ottenuti in visione monoculare, da un punto di osservazione fisso, e in condizioni sperimentali in cui erano accuratamente evitati gli effetti di un eventuale moto relativo tra oggetti e osservatore.



Figura 2a - Oggetti di grandezza uguale, a differente distanza e con differenti giaciture possono sottendere lo stesso angolo visivo.

Da essi possiamo indurre che la strutturazione tridimensionale dello spazio prospettico si appoggia all'angolo visivo sotto cui sono visti i vari elementi disegnati sul piano della prospettiva e li pensa a profondità diverse da quella del quadro della prospettiva, nel piano definito dalle due proiettrici che individuano l'angolo visivo.

Fermo restando che le due proiettrici individuano le estremità dell'oggetto, come in Figura 2 e 2a, non solo possono essere diverse le distanze relative a cui vengono pensati gli oggetti, ma questi possono venire pensati con orientamenti diversi rispetto al quadro della prospettiva.

Forma e dimensioni degli oggetti e dell'ambiente scaturiscono quindi dalle operazioni mentali fatte attraverso il meccanismo grandezza/distanza che abbiamo prima richiamato quando si mettono in gioco per via nozionale determinate distanze o determinate grandezze relative degli elementi raffigurati, e, sempre per via nozionale, la loro giacitura rispetto al piano della prospettiva.

Ulteriori elementi relativi alla forma e soprattutto alla stereometria degli oggetti scaturiscono dall'interpretare come ombre certe variazioni di luminosità e colore.

Altri risultati sperimentali ci mostrano che quando vi sia moto relativo tra l'osservatore e gli oggetti, l'osservatore viene a disporre di ulteriori informazioni relative alla distanza degli oggetti, e queste lo portano a strutturare mentalmente lo spazio come tridimensionale sulla base di abitudini molto profonde e primigenie, perché legate alla necessità quotidiana di non andare ad urtare contro gli oggetti fisici che ci circondano. Da essi ricaviamo che muoversi dentro un'architettura costruita o vederla in un tracciato prospettico comporta modi percettivi differenti⁴.

Altri fatti non immediatamente legati alla strutturazione tridimensionale di quanto raffigurato in un tracciato prospettico perché legati alla percezione di oggetti situati a distanze dall'osservatore molto differenti tra loro, sono brevemente discussi nella Sezione D.

Alle origini della moderna prospettiva non troviamo però enunciazioni teoriche, ma un'opera: la prima delle due tavole prospettiche del Brunelleschi. Ed essa affronta e risolve sinteticamente molti dei problemi esposti.

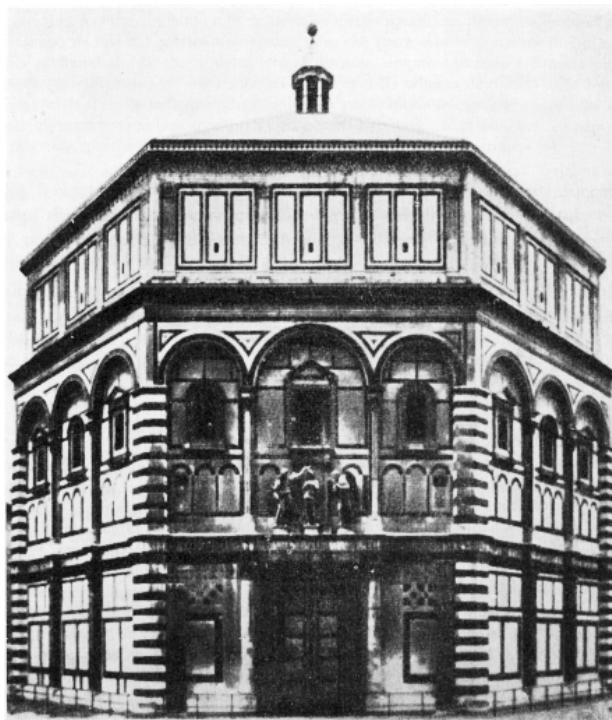
Si tratta di un'opera ora perduta, la sua gestazione e realizzazione è da collocare sul finire del primo quarto del '400 e la fonte storica più antica è una biografia del Brunelleschi attribuita ad Antonio di Tuccio Manetti la cui stesura è da collocare nel nono decennio del '400.

Questo primo esperimento prospettico, poiché si tratta di un vero e proprio esperimento in senso moderno, val forse meglio ripensarlo con le parole stesse dell'antico biografo.

(c. 297 v) «*Et questo caso della prospettiva nella prima cosa, in che e lo mostro, fu in una tauoletta di circha mezo braccio quadro, doue fecie una pittura assimilitudine del tenpio di fuorj di Santo Giouannj di Firenze. Ed a quel tenpio ritratto per quanto se ne uede a uno sghuardo dallato di fuorj; e pare, che sia stato a ritrarlo dentro alla porta del mezo di Santa Marie del Fiore qualche braccia tre, fatto con tanta diligenza e gentilezza e tanto apunto co colorj de marmj bianchj et neri, che non e miniatore che l'auessi fatto meglio: Figurandoui dinanzi quella parte della piazza che ricieue l'occhio cosi uerso lo lato dirinpetto alla Misericordia insino alla uolta e canto de Pecorj cosi da lo lato della colonna del miracolo di Santo Zanobi insino al canto alla Paglia, e quanto di queluogho si uede discosto, e per quanto s'aeuea a dimostrare di cielo, coe che le muraglie del dipinto stanpassono nella aria, messo d'ariento brunito, accio che l'aria e cielj naturalj ui si specchiassono drento e cosi e nugolj, che si uegono in quello ariento essere menati dal uento, quandetrae; laquale dipintura, perchel dipintore bisogna che presuponga uno luogo solo, donde sa a uedere la sua dipintura si per alteza e basseza e da lati come per discosto, accio che non si potessi pigliare errore nel guardarlo, che in ognj luogho, che s'escie di quello, a mutare l'apparizionj dello occhio egli aueua fatto un buco nella tauoletta, dou'era questa dipintura, che ueniua a essere nel dipinto dalla parte del tenpio di Santo Giouannj, in quello luogo doue percoteua l'occhio al diritto di chi guardaua da quello luogho dentro alla porta del mezo di Santo Maria del Fiore, doue si sarebbe posto, se l'auesse ritratto. Elquale buco era piccolo quanto una lenta da lo lato della dipintura e da rouescio si rallargua piramidalmente, come fa uno cappello di paglia da donna, quanto sarebbe el tondo d'uno ducato o poco piu; e uoleua, che l'occhio si ponessi da rouescio, dond'eglj era largho, per chj l'auessi a uedere, e con l'una mano s'accostassi allo occhio et nell'altra tenessi uno specchio piano al dirinpetto, che ui si ueniua a specchiare dentro la dipintura; e quella dilatione dello specchio dall'altra mano ueniua a essere la distanza uel circha di braccia piccholine quanto a braccia uere daluogho, doue mostraua essere stato a ritrarlo, per insino al tenpio di Santo Giouanni; che al guardarlo con l'altra circostanze dette dello ariento brunito e della piazza ect. et del punto pareua, che si uedessi el proprio uero. E io lo avuto in mano e ueduto piu volte a*

⁴ Su questo punto si veda anche R. Beltrame, *La percezione dello spazio tridimensionale*, «Methodologia», 5, 1989, pp. 9-35.

mia dj e possone rendere testimonianza.»⁵



Il Battistero di Firenze visto dalla porta centrale di Santa Maria del Fiore.

La descrizione contiene tutte le informazioni necessarie per ricostruire ed eventualmente ripetere l'esperimento del Brunelleschi e i dati sono fra loro coerenti.

Dal testo è possibile dedurre senza forzature che il disegno sulla tavoletta doveva essere in scala rispetto al vero, se ne può calcolare la scala e concludere che si trattava di un esperimento in cui le rette proiettanti i vari punti del *Battistero* e degli altri elementi raffigurati avevano la medesima posizione relativa nello spazio dei corrispondenti 'raggi visuali' nella visione al vero, perché era nella stessa scala della raffigurazione anche la distanza a cui era pensata l'immagine riflessa nello specchio rispetto alla distanza del punto di stazione dal *Battistero*, ovviamente quando si tenga conto del raddoppio previsto dalla teoria della riflessione nello specchio piano⁶. I calcoli condotti sui dati forniti dal Manetti sono riportati in dettaglio nella Sezione B, e la scala risulta dell'ordine di 1:75, oppure 2 braccia piccole per ogni braccio.

Accadeva allora che guardando la tavoletta da un punto che corrispondeva nella scala prescelta alla posizione dell'osservatore di fronte al *Battistero*, le proiettanti i vari punti della raffigurazione riprendevano la medesima posizione relativa nello spazio che avevano nella visione al vero. Per ottenere questo risultato il foro nella tavoletta fissava il punto di osservazione nella posizione voluta e lo specchio, parallelo alla tavoletta e posto a distanza opportuna, faceva apparire l'immagine virtuale alla distanza voluta.

Ricordiamo che il localizzare percettivamente l'immagine virtuale a una distanza, di là dallo specchio piano, pari a quella di cui l'oggetto dista dallo specchio, presuppone che si abbia corretta

⁵ H. Saalman, *The life of Brunelleschi by Antonio di Tuccio Manetti*, Pennsylvania Press, Pittsburg, 1970, pp.43-5.

⁶ Si veda R. Beltrame, *Gli esperimenti prospettici del Brunelleschi*, Acc. Naz. dei Lincei - Rend. Scienze Morali - Serie VIII, XXVIII, 3-4, 1973, pp. 417-38.

nozione della grandezza dell'oggetto riflesso e della sua giacitura rispetto al piano riflettente⁷, e la familiarità con la veduta prescelta lo garantiva nell'esperimento brunelleschiano. Cambiando entro certi limiti la distanza dello specchio, o la sua scala rispetto a quella del punto di stazione dal *Battistero*, si sarebbe conservato l'effetto illusivo, ma sarebbe venuta meno l'uguaglianza tra gli angoli sotto cui erano visti i vari punti del *Battistero* nell'esperimento e al vero.

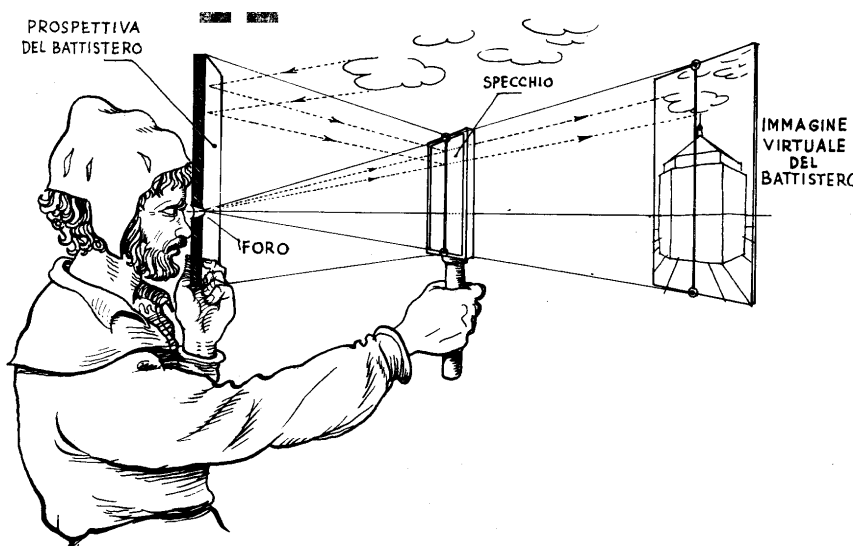


Figura 3 - Schizzo del primo esperimento prospettico del Brunelleschi⁸

Sul modo seguito dal Brunelleschi per disegnare le due tavole prospettiche il Manetti non fornisce invece notizia alcuna, e di conseguenza non fornisce alcuna notizia anche sulla genesi e le basi teoriche della prospettiva brunelleschiana. Questa prassi era molto diffusa quando era in gioco la realizzazione di un artefatto, come del resto accade anche oggi. Essa indizia un modo di pensare la prospettiva da parte di Brunelleschi; un modo pensarla da cui si discosta invece l'Alberti che la vede come oggetto di riflessione teorica.

L'Alberti dedica a Brunelleschi, lui vivente perché siamo attorno al 1436⁹, la redazione in volgare del suo *De Pictura*¹⁰, e a proposito del metodo ivi proposto per tracciare le prospettive dice:

«Trova adunque io questo modo ottimo così in tutte le cose seguendo quanto dissi»¹¹

Non abbiamo traccia di smentita di questa affermazione, e dobbiamo perciò ritenere che il procedimento seguito da Brunelleschi fosse diverso da quello proposto dall'Alberti.

La testimonianza a mio avviso più interessante è un giudizio del Filarete, nel suo *Trattato d'Architettura*, composto nel sesto decennio del '400, dove suggerisce che Brunelleschi:

«per ragione trovasse quello che nello specchio ti si dimostra»¹².

⁷ Questo presupposto è di solito soddisfatto perché abbiamo la possibilità di percepire sia l'oggetto che l'immagine riflessa: la nostra mano, ad esempio, e la sua immagine riflessa nello specchio. Quando, per qualsiasi ragione, la grandezza nozionamente attribuita all'oggetto riflesso fosse parecchio diversa da quella dell'oggetto reale, potrebbe venir meno l'uguaglianza delle distanze e molto facilmente l'oggetto verrebbe visto ad una distanza diversa da quella dell'oggetto reale dallo specchio.

⁸ Da L. De Simoni, P. De Simoni, *cit.*, p. 16.

⁹ L.B. Alberti, *De Pictura*, in *Opere Volgari*, Vol. III, a cura di C. Grayson, Laterza, Bari, 1973, note al testo, pp. 304-7.

¹⁰ L.B. Alberti, *De Pictura*, Prologus; in *Opere Volgari*, Vol. III, a cura di C. Grayson, *cit.*, pp. 7-8.

¹¹ L.B. Alberti, *De Pictura*, I, 20; *ibid.*, p. 38.

¹² R. Spencer, *Filarete's Treatise on Architecture*, London, 1965, Libro XXIII, 178 r.

Ritengo che Filarete individuò a ragione l'elemento promotore della prima tavoletta nella riflessione dello specchio piano, le cui leggi erano del resto note al tempo del Brunelleschi, sia pure per esempi piuttosto che nella nostra forma sintetico-deduttiva¹³.

L'originalità e la genialità, grandissime, del Brunelleschi consistettero però a mio avviso nell'aver estratto da questo materiale sparso la deduzione che, per avere un fenomeno isomorfo alla riflessione di un oggetto tridimensionale nello specchio piano, bastava conservare la disposizione spaziale relativa delle rette che congiungono i vari punti dell'oggetto con il punto di vista. Dal momento che nella riflessione l'immagine è, come diciamo oggi, virtuale, poco importava che tali congiungenti terminassero sull'oggetto tridimensionale o su una sua raffigurazione su tavola. E questa è molto probabilmente l'idea guida da cui scaturì l'invenzione della prospettiva brunelleschiana.

Concettualmente per trovare la posizione dei punti sul disegno piano occorre allora determinare la posizione nello spazio della congiungente un dato punto del *Battistero* con la posizione dell'occhio dell'osservatore, cioè con quello che oggi chiamiamo il punto di vista della prospettiva.

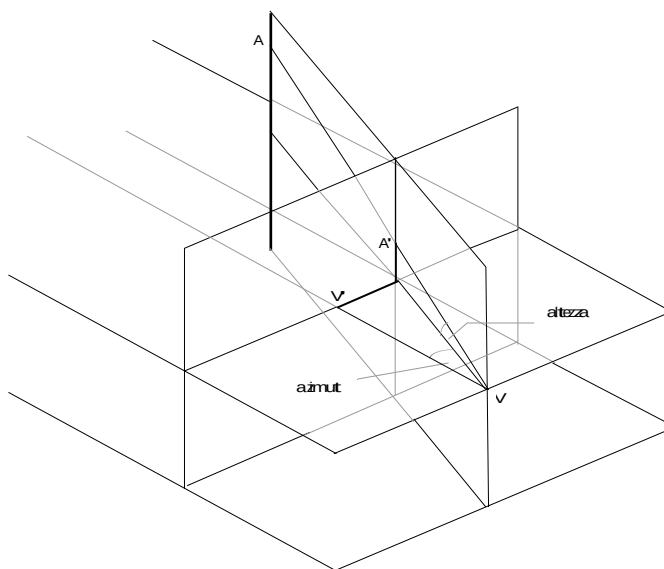


Figura 4

Servivano egregiamente allo scopo le coordinate angolari di tale congiungente: cioè, in terminologia moderna, i suoi azimut e altezza in un sistema di coordinate sferiche che abbia l'origine nel punto di vista, e in cui gli angoli siano presi rispetto alla congiungente il punto di vista con il punto principale (il futuro *razzo centrico* dell'Alberti) e l'azimut sia misurato nel piano di orizzonte.

Nelle architetture le verticali ricorrono con grande frequenza ed hanno un ruolo primario nel determinare la forma dell'edificio. L'azimut determinato per ognuna delle verticali significative,

¹³ Il legame tra prospettiva rinascimentale e ottica medioevale è problema trattato da diversi studiosi; si vedano tra gli altri: G. Nicco Fasola, *Svolgimento del pensiero prospettico nei trattati da Euclide a Piero della Francesca*, «Le Arti», 1942-43, pp. 59-71; P. Sanpaulesi, *Ipotesi sulle conoscenze matematiche, statiche e meccaniche del Brunelleschi*, «Belle Arti», 1951, pp. 25-54; D. Gioseffi, *Perspectiva Artificialis*, Trieste, 1957; J. G. Lemoine, *Brunelleschi et Ptolémée*, cit.; A. Parronchi, *Studi su la dolce Prospettiva*, Milano, 1964; R. Klein, *Pomponius Gauricus on Perspective*, cit.; S. Y. Edgerton jr., *Alberti's perspective: a new discovery and a new evaluation*, «The Art Bulletin», XLVII, 1966, pp. 367-378; F. Salvemini, *La visione e il suo doppio. La prospettiva tra scienza e arte*, Bari, 1990; e in una direzione più spiccatamente filosofica: F. Alessio, *Per uno studio sull'Ottica del Trecento*, «Studi Medievali», Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo, II, 1961, pp. 444-504; G. Federici Vescovini, *Studi sulla Prospettiva Medievale*, Torino, 1965; e della stessa "La prospettiva del Brunelleschi, Alhazen e Biagio Pelacani a Firenze" in *Filippo Brunelleschi. La sua opera e il suo tempo*, Atti del Convegno Intern. di Studi, Firenze 16-20 ott. 1977, Firenze, 1980, pp. 333-48.

spigoli, pilastri, paraste, poteva servire per le altezze di tutti i punti allineati lungo quella verticale, semplificando sia il rilievo, sia le operazioni successive.

Era allora possibile determinare a che distanza sulla linea di orizzonte la verticale avrebbe intersecato il piano della prospettiva e la corrispondente altezza di un punto sulla verticale con due semplici passaggi concettuali immediatamente visualizzati dalla Figura 4. Noti gli angoli, i nostri azimut e altezza, e la distanza del punto di vista, due grafici, uno per il piano di orizzonte e uno per il piano verticale, risolvevano il problema.

Sempre in Sezione B, riprendendolo da uno dei lavori ricordati all'inizio¹⁴, ho esposto in dettaglio un modo di disegnare la tavola prospettica legato a questa impostazione concettuale. Nel piano di orizzonte, poi, si sarebbe potuto impiegare utilmente il quadrato delle ombre di cui erano provvisti astrolabi e quadranti, semplificando notevolmente il lavoro. La distanza scelta per il punto di stazione e la scala adottata sono validi indizi a favore di questa tesi.

Il metodo proposto è molto legato al rilievo delle architetture a cui Brunelleschi e Donatello si erano intensamente dedicati durante soggiorni a Roma, non continuativi e da collocare tra il 1402 e il 1415¹⁵. La soluzione è estremamente generale, tanto da poter essere estesa senza difficoltà alla seconda tavola prospettica, quella in cui, come riporta l'antico biografo:

*«Fecie di prospettiva la piazza del palagio de Signori di Firenze con cio che ue su e d'intorno, (c. 298 r) quanto la uista serue; stando fuorj della piazza o ueramente al parj lungho la faccia della chiesa di Santo Romolo, passato el canto di Calimala Francescha, che riescie in su detta piazza poche braccia uerso Orto Santo Michele. Donde si guarda il palagio de Signori, in modo che due faccie si uegono intere: quella che uolta uerso ponente e quella che e uolta uerso tramontana; che e una cosa marauigliosa a uedere quello che pare insieme con tutte le cose, che racchoglie la uista in quello luogo.»*¹⁶

e dove la disposizione delle facciate degli edifici non è secondo giaciture parallele, perpendicolari o a 45° rispetto al quadro della prospettiva.

Brunelleschi si rivela anche molto attento ai fattori di ordine mentale che intervengono nel suo primo esperimento. Anzitutto ricorre alla visione monoculare e noi oggi sappiamo dalla psicologia sperimentale¹⁷ che in questa situazione sono i fattori nozionali - la familiarità con la forma e le dimensioni del Battistero e la familiarità con la sua veduta da un punto di osservazione piuttosto usuale - a risolvere l'indeterminazione tra grandezza e distanza dell'oggetto e dei suoi particolari lasciata aperta dall'angolo visivo che ne determina solo il rapporto.

Inoltre quando è in gioco uno specchio piano è la strutturazione di uno spazio tridimensionale a prevalere rispetto alla possibile strutturazione di un tracciato bidimensionale sulla superficie dello specchio, tanto che abbiamo coniato il termine 'riflessione' per descrivere appunto il processo di strutturazione dello spazio tridimensionale che abitualmente si attua quando vi sia di mezzo uno specchio piano.

Era importante evitare che il soggetto localizzasse spazialmente la superficie dello specchio. Ed ecco l'idea di far guardare lo specchio da un foro sul retro della tavoletta, decisione che elimina anche il contesto, in modo da far agire senza disturbo i fattori nozionali. E quel tocco di malizia nello «*ariento brunito*» che riflette cielo e «*nugolj*» con la loro luminosità. Infine, per non introdurre deformazioni indesiderate, lo specchio doveva essere il più possibile parallelo alla tavoletta; tenuto quindi «*al dirinpetto*», come ricorda il biografo.

¹⁴ R. Beltrame, *Gli esperimenti prospettici del Brunelleschi*, cit., pp. 439-60.

¹⁵ Il Manetti menziona puntualmente una permanenza a Roma di Brunelleschi e Donatello durante la quale essi avrebbero studiato le antiche architetture romane. Si veda H. Saalman, loc. cit., pp. 51-5.

¹⁶ H. Saalman, loc. cit., pp. 45-7.

¹⁷ Si veda la Sezione A per una breve rassegna di questi risultati.

Si può allora immaginare lo stupore indotto dalla prima delle tavole prospettiche brunelleschiane alla constatazione che l'effetto illusivo nella riflessione di un'architettura che sembrava tridimensionale era prodotto in realtà da un tracciato piano.

Con Brunelleschi la prospettiva nasce quindi estremamente generale per quanto riguarda il tipo di oggetti e di situazioni spaziali che potevano venire rappresentate, e ugualmente attenta al problema diretto e al problema inverso, come prova appunto la cura del nostro nel maneggiare i fattori di natura psicologico-visiva.

Quanto Brunelleschi aveva pensato e realizzato soprattutto nella prima delle due tavole prospettiche imponeva, per essere esteso a situazioni diverse, che si trovasse soluzione a due difficoltà.

La prima difficoltà veniva dal metodo proposto per tracciare la prospettiva, che si adattava molto bene ad oggetti ed architetture esistenti e accessibili, ma si prestava male a raffigurare architetture e oggetti immaginati dal pittore.

La soluzione di questa prima difficoltà è ben documentata dalla trattatistica rinascimentale sulla prospettiva. I passaggi salienti di questo cammino sono il *De Pictura* di Leon Battista Alberti, datato al 1436, il *De Prospectiva Pingendi* di Piero della Francesca, datato attorno al 1480, il *De Sculptura* di Pomponio Gaurico, pubblicato a Venezia nel 1504, il *De Artificiali Perspectiva* di Jean Pelerin, pubblicato nel 1505, contributi di Leonardo sparsi lungo tutto l'arco della sua attività e che vanno ricostruiti dai suoi appunti, non essendo giunta a noi con sicurezza quella che forse doveva essere la redazione di un trattato sulla pittura, il *Libro Secondo di prospettiva* di Sebastiano Serlio¹⁸, pubblicato per la prima volta a Parigi nel 1545, ed inoltre una fitta messe di apporti, tra teoria e pratica, spesso molto acuti, dell'ambiente manieristico¹⁹.

Questo cammino conduce alla soluzione geometrica del problema diretto della prospettiva, del problema cioè di rappresentare secondo le regole della prospettiva lineare uno o più oggetti essendo noti: la loro posizione nello spazio rispetto al quadro della prospettiva, la linea d'orizzonte, e la posizione nello spazio, rispetto al quadro della prospettiva, del centro di proiezione, o punto di vista.

La teorizzazione completa del problema diretto è nel trattato del Vignola *Le due regole della prospettiva pratica* pubblicato e commentato dal Danti nel 1583. La definizione del punto di concorso di un fascio di rette parallele comunque orientato nello spazio è però più tarda, la troviamo nel *Perspectivæ libri VI* di Guidobaldo del Monte, pubblicato nel 1600.

Il trattato del Vignola-Danti unifica e sintetizza i due filoni lungo cui si era sviluppata la trattatistica: quella, facente capo all'Alberti, basata sul punto di fuga delle perpendicolari al quadro e 'costruzione di aiuto', e quella che si appoggiava ai punti di fuga delle rette a 45°, gli attuali punti di distanza. Ripercorrere gli sviluppi di questo cammino sarebbe quanto mai interessante, ma abbastanza lontano dal taglio dato a questo lavoro. Mi limiterò quindi a poche notazioni su aspetti che toccano più da vicino il nostro tema.

Il contributo dell'Alberti è determinante. È sua l'intuizione che la prospettiva messa a punto da Brunelleschi permetteva di stabilire una relazione lineare tra grandezza dell'oggetto, sua distanza dall'osservatore, e grandezza della sua proiezione sul quadro della prospettiva, ovviamente nell'ipotesi che la grandezza dell'oggetto sia presa secondo una parallela al piano della prospettiva. In tale relazione, poi, il coefficiente di proporzionalità era semplicemente il rapporto tra la distanza dell'oggetto e quella del quadro della prospettiva dall'osservatore.

¹⁸ Riconfluito poi nel trattato maggiore, S. Serlio, *Architettura Libri V*, Venezia, 1551.

¹⁹ Si veda in proposito L. Vagnetti, "Il processo di maturazione di una scienza dell'arte: la teoria prospettica nel cinquecento", in M. Dalai Emiliani (Ed.), *La prospettiva rinascimentale. Codificazioni e trasgressioni*, Atti del Convegno Internazionale di Studi, Milano 11-15 ott. 1977, Centro Di, Firenze, 1980, pp. 427-74. Una interessante rassegna di metodi "fisici" anziché geometrici è in G. Bora, *Il problema della restituzione prospettica: dal metodo geometrico agli strumenti di misurazione empirica*, «Arte Lombarda» 110/111 (1994), pp.35-42.

Introducendo l'intersezione con il quadro della prospettiva si poteva perciò risolvere con gli strumenti matematici disponibili al tempo dell'Alberti il problema di determinare la grandezza di un oggetto nota la sua distanza, o la distanza nota la sua grandezza: poiché servivano solo i teoremi sui triangoli simili. L'impostazione tradizionale, che legava grandezza e distanza all'angolo visivo sotteso, dava invece origine ad una relazione tipicamente non lineare che per essere utilizzata avrebbe richiesto le conoscenze e le tabulazioni della nostra trigonometria.

L'Alberti si dedica al problema diretto della prospettiva ed è sua l'idea di avvalersi strumentalmente della raffigurazione prospettica di un reticolo spaziale a maglie cubiche per rappresentare, con le corrette grandezze relative, persone e cose che il pittore pensa situate a differenti distanze dal quadro della prospettiva.

Nella Sezione C si possono trovare con maggiori dettagli le idee qui rapidamente riassunte e i riferimenti al trattato dell'Alberti.

Sia l'Alberti che gli altri trattatisti rinascimentali rifuggono però, ad eccezione di Leonardo, dal trattare gli aspetti psicologici e mentali della prospettiva e restano sostanzialmente confinati agli aspetti geometrici del problema diretto.

Infatti in tutta la trattatistica sul problema diretto prima ricordata si trovano solo cenni sparsi e asistemati del problema inverso della prospettiva, del problema cioè di passare dal tracciato prospettico alla forma e disposizione nello spazio degli oggetti raffigurati. Nella Sezione D è tracciata un breve rassegna di come viene visto questo problema nella trattatistica prospettica.

Eppure la dimostrazione che da un punto di vista geometrico il problema inverso non ammette un'unica soluzione giunge ad una data neppure troppo distante da quella che segna la conclusione dell'iter teorico del problema diretto della prospettiva. Tale dimostrazione sembra fosse stata data da Dèsgargues in un trattato del 1639 di cui, come di altri suoi scritti non possediamo il testo. Ne conosciamo alcuni risultati perché essi vennero pubblicati dal Bosse in appendice ad un suo volume sulla prospettiva del 1648, volume riscoperto però nei primi anni del 1800 come altri risultati di Pascal su questo argomento riferibili al 1640²⁰.

Le questioni sollevate dal problema inverso della prospettiva non ebbero, tuttavia, né la diffusione, né l'attenzione che meritavano, neppure in epoca successiva: si pensi infatti ai fondamentali risultati di Dèsgargues e Pascal rimasti lettera morta sino agli inizi del 1800. E se a prima vista ciò desta non poca meraviglia, è invece facile intenderne le ragioni.

Enfatizzare la non univocità della soluzione del problema inverso della prospettiva equivaleva a problematizzare alla radice le teorie della visione, e sono molte, che si appoggiano in modo abbastanza acritico ad una corrispondenza biunivoca tra l'oggetto fisico presentato e la costellazione di funzionamenti indotta da questo sulla retina dell'osservatore.

Da tale corrispondenza discende infatti che il riconoscimento degli oggetti è equivalente a una classificazione dei funzionamenti indotti sugli organi di senso periferici. Rinunziarvi, come si sta facendo ai giorni nostri, è una vera e propria rivoluzione copernicana con conseguenze estremamente vaste e ramificate, che vanno molto al di là della psicologia della percezione²¹.

Inoltre risolvendo la difficoltà di indurre l'osservatore a strutturare il tracciato prospettico come spazio tridimensionale e non come linee su un piano, si contribuì non poco, come vedremo, ad attutire l'impatto del problema inverso sulla pratica prospettica.

Il secondo ordine di difficoltà scaturiva dall'impianto dato da Brunelleschi al suo primo esperi-

²⁰ Morris Kline, "Projective Geometry", in *The world of mathematics*, Ed. J. R. Newman, New York, 1956, pp. 621-41. Kubovy ricorda che per avere una trattazione estesa e ricca di esempi del problema inverso della prospettiva bisogna arrivare al *Traité de Perspective Linéaire* di Jules de la Gourmerie, che è del 1884; si veda M. Kubovy, *The psychology of perspective and Renaissance art*, Cambridge University Press, 1986, a p. 28.

²¹ Tecnicamente non è più possibile vedere la percezione come un processo *context free* e occorre mettere in gioco pesanti dipendenze dal contesto, inclusi elementi legati alla precedente attività del soggetto

mento, cioè: il foro nella tavoletta, la riflessione nello specchio piano, l'aver raffigurato oggetti noti da un punto di vista assai usuale, e l'aver fatto il tutto in scala rispetto al vero.

Questo impianto risolveva egregiamente il problema di indurre l'osservatore a strutturare la prospettiva come spazio tridimensionale, ma quando la prospettiva veniva presentata su una tavola o su una parete bisognava trovare un diverso modo di indurre l'osservatore a strutturare lo spazio come tridimensionale. Tale difficoltà si pose già a Brunelleschi con la seconda tavola prospettica, di cui il biografo ricorda:

« Potrebbe dire qui, perché non fece egli a questa pittura, essendo di prospettiva, con quel buco per la vista come alla tavoletta del duomo del Santo Giovanni? Questo nasce, perché la tavola di tanta piazza bisogno, che fussi sì grande a metterci dentro tante cose distinte, ch'ella non si poteva come il Santo Giovanni regere con una mano al viso né con l'altra allo specchio; perché braccio dello uomo non è tanto lungo, che collo specchio in mano e lo potessi porre dirimpetto al punto con la sua distanza, né anche tanto forte, che la reggessi. Lo scollo nella discrezione di chi guarda, come interviene a tutte l'altre dipinture negli altri dipintori, benché chi guarda ogni volta non sia discreto. E nel luogo, che misse l'ariento brunito a quella del Santo Giovanni, qui scanso l'assi, dove lo fece da chasamenti in su, e recavasi con esso a guardarlo in luogo, che l'aria naturale si mostrava da casamenti in su. »²²

Anche per la seconda delle sue prospettive Brunelleschi sceglie di raffigurare un ambiente, *Piazza della Signoria*, molto familiare ai fruitori. Toglie lo specchio contando che scatti ugualmente la strutturazione in profondità, e intuisce appieno di dover evitare che l'osservatore sia indotto a localizzare spazialmente la tavola. Di qui l'idea di ritagliarla lungo il profilo dei palazzi sul cielo e di farla poi guardare campeggiante nel cielo aperto. Difficile dire quanto l'artificio funzionasse: credo poco.

La visione binoculare che interviene già nella seconda tavola prospettica modifica diverse cose. Risulta intanto difficile non localizzare il piano su cui è disegnata la prospettiva. Occorre allora portare chi guarda a prescindere e a procedere ad una strutturazione tridimensionale dove debbono intervenire processi percettivi che sono più abituali nella visione monoculare. Ed è appunto su questo terreno che la prospettiva brunelleschiana deve costituirsi come un nuovo modo mentale.

Inoltre, dopo aver indotto chi guarda a strutturare come tridimensionali gli ambienti raffigurati nelle prospettive, bisognava ricostruire per questi ambienti, ora inventati dai pittori, una familiarità con la loro forma e dimensioni che abbiamo visto essere essenziale per eliminare la polivocità della soluzione del problema inverso della prospettiva.

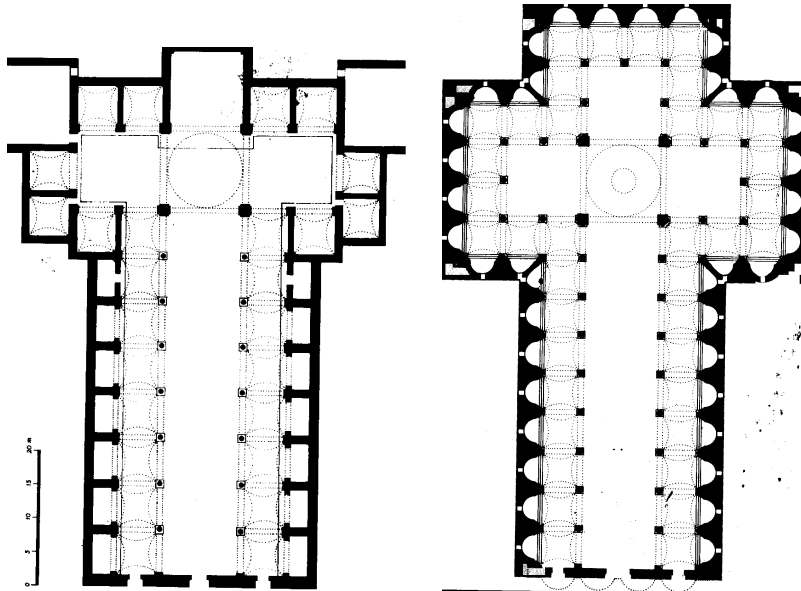
È ancora Brunelleschi ad offrire un contributo determinante, questa volta attraverso le sue architetture. In esse troviamo estensivamente impiegati la campata a pianta quadrata, la volta a vela e l'arco a tutto sesto. Li troviamo nel portico dello *Spedale degli Innocenti*, nelle navate laterali del *San Lorenzo* e in maniera quasi paradigmatica nel *Santo Spirito*.

La campata quadrata porta a strutturare lo spazio con lo stesso modulo metrico nella direzione in cui corre il piano su cui essa si affaccia e in quella normale a tale piano. La volta a vela ribadisce a sua volta visivamente sia la pianta quadrata della campata, sia la uguale quota delle imposte.

Che Brunelleschi perseguisse intenzionalmente questo risultato lo vediamo nel *San Lorenzo* e nel *Santo Spirito* dove, quando gli serve dare slancio alle arcate che dalla navata centrale immettono nelle navate laterali, imposta l'arco a tutto sesto su una grande tavola modanata e inserisce un alto dado tra questa e l'abaco del capitello (Figura 5). L'arcata acquista così lo slancio che riceverebbe da un arco rialzato senza che venga intaccata l'immediatezza del suggerimento metrico of-

²² H. Saalman, *loc. cit.*, pp. 45-7.

ferto dall'arco a tutto sesto. Altrettanto immediato è il suggerimento degli allineamenti alla medesima quota e delle profilature dei volumi geometrici offerto dalla bicromia delle fasce e delle cornici di pietra serena sull'intonaco bianco; cornici asciutte, modanate con secco rigore, su cui l'occhio scorre senza indugi né arresti.



Piante rispettivamente del San Lorenzo e del Santo Spirito di Brunelleschi



Figura 5 -Veduta dell'interno del Santo Spirito

E infine la luce, che voleva essere calma, distesa, capace di fugare ogni ombra e di farci percepire ogni parte dell'organismo architettonico secondo la forma e le proporzioni che ricaveremmo dal misurarla con gli strumenti dei suoi costruttori. La si immagina nel *Santo Spirito* cancellando per un momento l'ingombro dell'altare centrale, pensando spoglie le cappelle e aperte per intero le sottili finestre verticali che ne segnano le absidiole semicircolari. È una luce che, togliendo ogni margine di ambiguità, indizia un modo di sentire e una spiritualità che reclamano un'autenticità totale. Forse già i contemporanei, ma sicuramente le epoche successive, non vollero farla propria.

Su queste architetture si verrà formando una familiarità che viene dal sapere come sono stati pensati e strutturati gli ambienti spaziali. E questa familiarità con la genesi degli ambienti raffigurati sostituirà nelle prospettive inventate dei pittori la familiarità derivante dalla frequentazione fisica dei luoghi, alla quale era ricorso il Brunelleschi nelle sue due tavole.

Quando in una prospettiva il pittore raffigurerà una serie di archi, questi saranno allora pensati uguali, a tutto sesto, affacciati sullo stesso piano e impostati tutti alla stessa quota. E la stessa cosa avverrà per un pavimento spartito a tarsie, dove il piano sarà pensato orizzontale e le tarsie saranno pensate quadrate o rettangolari, ed uguali fra loro; tanto che il pittore ricorrerà di solito a una semplice bicromia.

In questo modo verrà anche impressa al fruitore la spinta a strutturare la prospettiva come spazio tridimensionale. Infatti se una serie di archi su pilastri, rappresentati sul piano della prospettiva con altezze e grandezze degradanti, sono pensati da chi guarda tutti eguali e di eguale altezza all'imposta, verranno pensati di conseguenza a distanze dall'osservatore via via crescenti, dando vita ad una scansione in profondità. Il fatto, poi, che li si pensi snodarsi perpendicolarmente a una facciata parallela al quadro prospettico darà alla scansione in profondità una particolare metrica.

Qualcosa di completamente analogo accade per un pavimento spartito a tarsie. Se queste, rappresentate sul piano della prospettiva da trapezi via via più piccoli, sono pensate da chi guarda uguali fra loro, dovranno venir pensate anche qui a distanze crescenti dall'osservatore, innescando una scansione in profondità. Tale scansione acquisterà poi una particolare metrica dal pensare le tarsie quadrate o rettangolari e su un piano orizzontale perpendicolare al quadro prospettico²³.

La costruzione di uno spazio tridimensionale a partire da un tracciato prospettico è, come si vede, un processo cognitivo dove accanto ad elementi visivi intervengono in modo determinante elementi nozionali e categorizzazioni mentali: quelle ad esempio che ci fanno considerare eguali la grandezza e la distanza di una sequenza di archi e colonne.

L'Alberti codificherà nel suo *De Pictura*, la nuova familiarità, tutta mentale e strutturale, con il processo ideativo degli ambienti spaziali suggerendo al pittore un procedimento che equivale ad immaginare gli ambienti e i personaggi entro un reticolo metrico a maglie cubiche.

Egli infatti suggerisce di scorciare dapprima un reticolo a maglie quadrate sul geometrico; essendo questo reticolo appoggiato alla linea di terra, il punto di fuga delle rette perpendicolari al quadro è il punto principale della prospettiva (il suo *punto centrico*).

La corretta collocazione dello scorcio delle orizzontali (i suoi *paralleli*) viene ottenuta con una costruzione di aiuto. Questa, in una nostra proiezione ortogonale, corrisponderebbe alla vista laterale: del piano della prospettiva, del piano orizzontale, della posizione del centro di proiezione, e delle proiettanti i successivi punti del reticolo sul geometrico che stanno nel piano verticale passante per il centro di proiezione e perpendicolare al quadro. Corrisponde cioè alla vista laterale di una sezione fatta nel piano sagittale dell'osservatore.

Per lo scorcio delle altezze suggerisce di fissare l'altezza della linea di orizzonte assumendo

²³ Nella Sezione F sono presentate alcune relazioni recursive a cui soddisfano in un tracciato prospettico le grandezze scorciate di elementi uguali ed equidistanti fra loro.

come unità di misura il lato del reticolo a maglie quadrate sul geometrico, ed esemplifica suggerendo tre braccia: cioè l'altezza media di una persona. La distanza di ogni punto del reticolo scorciato dalla linea di orizzonte fornisce allora il valore scorciato di una quantità pari all'altezza del punto di vista dal piano di terra²⁴.

Si capisce perché questo modo di pensare poté smorzare l'interesse per il problema inverso della prospettiva. Quando in una architettura la volumetria e la metrica sono basate su solidi geometrici regolari, proporzioni semplici e moduli metrici ripetuti, ed inoltre si guida la strutturazione percettiva dello spazio architettonico a cogliere questi caratteri, non solo si ha un risultato percettivo univoco, ma tale risultato tende a riprodursi uguale a successive verifiche e si rivela congruente con la geometria di tale spazio considerato come spazio fisico quando, per l'appunto, si andasse a misurarlo con strumenti fisici nelle architetture costruite.

È facile che a poco a poco si dimentichi il peso determinante di tali apporti nozionali e che la tranquilla univocità dello spazio di queste architetture e prospettive sembri un carattere costitutivo della percezione visiva, anziché una conseguenza di fattori esterni alla visione abilmente messi in campo in un determinato momento storico per ottenere appunto questo risultato. Altrettanto priva di problemi sembra allora l'univocità della ricostruzione di uno spazio a partire dalla sua rappresentazione prospettica quando tale spazio soddisfa gli stessi canoni.

I pittori, tuttavia, una volta acquisita alla propria cultura la proposta dell'Alberti e il nuovo tipo di familiarità con gli ambienti raffigurati, si scontrano con una ulteriore difficoltà: la prospettiva non dava sempre risultati simili alla visione e la discrepanza diventava più sensibile al crescere dell'angolo sotteso dalla veduta oppure forzando gli scorci²⁵. Nella visione, infatti, oltre alla visione binoculare, gli occhi e la testa abitualmente si muovono, soprattutto nel paesaggio naturale, portandoci in una problematica diversa, riconducibile a più vedute prospettiche che vengono coordinate fra loro. Nei primi capitoli del suo *De Pictura* l'Alberti tocca questa questione²⁶, ma poi con un brusco salto logico, che gli consente però di formalizzare la sua soluzione del problema, passa alla definizione del dipinto come intersezione di un'unica 'piramide visiva'. Anche Piero della Francesca ne è consapevole e avverte di non allargare troppo la veduta perché nella nostra abituale percezione di uno spazio così ampio «sariano più vederi»²⁷.

Inoltre il metodo proposto dall'Alberti propone un reticolo a maglie cubiche che si snoda in profondità perpendicolarmente al quadro della prospettiva. Proposto in questi termini lo schema è concettualmente del tutto generale, ma non fu proposto così, bensì come metodo pratico. Edifici o interni che si snodino lungo direzioni oblique rispetto al quadro non erano immediatamente rappresentabili con il metodo albertiano, ma ne richiedevano un certo numero di adattamenti se ci si fosse appoggiati allo schema concettuale di un reticolo a maglie cubiche, oppure diversi metodi pratici; e ciò spiega gli ulteriori sviluppi della trattatistica. A tutto questo si aggiunse il problema di comprendere entro il nuovo orizzonte culturale la veduta estesa e gli oggetti lontani propri del paesaggio naturale.

Si apre così un ulteriore fronte di indagine, che problematizza nella pratica la proposta dell'Alberti e che è particolarmente coltivato dagli artisti, perché aperto alle loro ragioni espressive. Qui non tenterò neppure di accennarne gli sviluppi perché ci porterebbe ben oltre i confini di questo

²⁴ Si veda per maggiori dettagli la Sezione C.

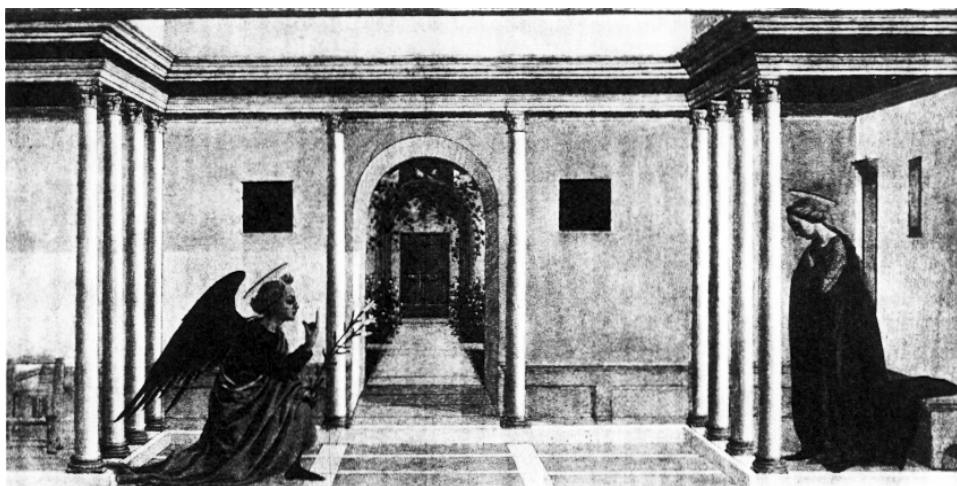
²⁵ Nella Sezione E sono brevemente discussi alcuni aspetti di questo problema.

²⁶ Si vedano soprattutto i capitoli dal 5 al 12 del Libro I di *De Pictura* in L.B. Alberti, *Opere Volgari*, Vol III, *cit.*

²⁷ «... perché in quello termine l'occhio senza volgersi vede tutto il tuo lavoro, che se bisognasse volgere sariano falsi i termini perché sariano più vederi» Teor. XXX del I Libro, Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, a cura di G. Nicco Fasola, Firenze, 1942, p. 99.

studio²⁸. Le differenze individuali, di tempo e di luogo sono infatti così compenstrate e compenetranti il tessuto storico, da rendere obbligate solo alcune scarse notazioni su aspetti che più coinvolgono il nostro tema, che vuole essere un'indagine sui modi con cui si costituisce uno spazio prospettico e non già la discussione, ben più aperta e ramificata, di come questo modo mentale possa venire adoperato per rendere la visione o, ancor più, per particolari ragioni espressive.

Nella Sezione D verranno anche indicate alcune ragioni stringenti per non identificare il problema inverso della prospettiva con la visione: la situazione si presenta infatti assai più sottilmente problematica ed esige alcune nette distinzioni.



Domenico Veneziano, Annunciazione (~1445)

L'impianto prospettico degli ambienti spaziali lungo le linee della prospettiva lineare prima indicate trova invece una esemplificazione quasi paradigmatica nell'*Annunciazione* di Domenico Veneziano per la predella della *Pala di Santa Lucia De' Magnoli*.

²⁸ Si veda, tra i molti, il conciso ma lucido contributo di E. Battisti, *Note sulla prospettiva rinascimentale*, «Arte Lombarda», XVI (1971), pp. 87-97.



Raffaello, Sposalizio della Vergine (datato 1504)



Andrea Mantegna, La morte della Vergine (tra il 1450 e il 1460)



Perugino, Consegna delle chiavi a Pietro (1481-82)

Ma possiamo ricordare anche l'impianto prospettico nello *Sposalizio della Vergine* di Raffaello ora a Brera, o quello della *Consegna delle chiavi a Pietro* del Perugino, nella Cappella Sistina; anche se nel Perugino l'impianto è più complesso per la volontà dell'artista di farci sentire l'estensione dello spazio entro cui è ambientata la scena in primo piano. E vorrei ricordare infine, stupenda nella sua apertura sul paesaggio, *La morte della Vergine* di Mantegna.

Nelle opere dei due artisti più vicini al Brunelleschi, Donatello e Masaccio, troviamo invece un impianto degli ambienti spaziali che, nonostante la loro precocità, li stacca decisamente dai loro contemporanei e spesso anche dai loro successori.



Donatello, Banchetto di Erode (1427)

Penso alla complessità dei diversi piani che degradano nella formella di Donatello con il *Banchetto di Erode* per il fonte battesimale del Duomo di Siena, e siamo al 1427. Lo spazio non vi è infatti aperto, ma costituito da cortine orizzontali in muratura, entro cui sono praticate delle aper-

ture. Gli spazi intermedi poi non sono vuoti, ma popolati di figure operanti.

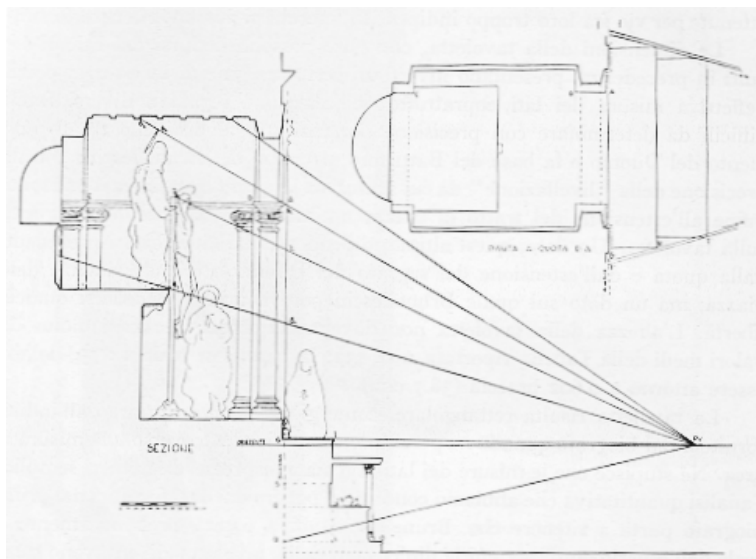


Figura 6 - Ricostruzione dell'ambiente in prospettiva nella *Trinità* di Masaccio

E si pensi anche alla complessità dell'ambiente raffigurato nella prospettiva della *Trinità* di Masaccio in Santa Maria Novella (1425-26) di cui Sanpaolesi²⁹ ha proposto la ricostruzione riportata in Figura 6.

Ma è soprattutto nella scena del *Tributo*, di Masaccio, al Carmine (e siamo attorno al 1427) che quegli esterni montani, pur così spogli nella loro stringata essenzialità, evocano il paesaggio naturale con una forza di verità al cui confronto quelli di molti artisti posteriori, tra cui, non certo digiuno di prospettiva, il Mantegna, paion quasi di cartapesta.

Circa la posizione attribuita all'osservatore, altro punto delicato della prospettiva, troviamo opere, affreschi soprattutto, in cui il riferimento alla definizione dell'Alberti:

*«Sarà adunque pittura non altro che intersegaione della piramide visiva, sicondo data distanza, posto il centro e costituiti i lumi, in una certa superficie con linee e colori artificiose rappresentata»*³⁰

è interpretato nel senso che la *piramide visiva* è quella di un osservatore ideale, non coincidente affatto, in posizione e distanza, con l'osservatore reale.

I pittori possono così inserire la nuova prospettiva entro un modo di affrescare per registri sovrapposti che continua la tradizione del '300.

Ma accanto a questo filone ne abbiamo un altro, più interessato a tener conto della posizione dell'osservatore. Si pensi ai tondi di Donatello per la *Sacrestia Vecchia* in *San Lorenzo*, ma soprattutto a effetti di vera e propria illusione ottica nella finta abside di *Santa Maria presso San Satiro*, da parte di Bramante.

²⁹ P. Sanpaolesi, *Brunelleschi*, Milano, 1962, pp. 51-53. Si veda anche M. Kemp, *La scienza dell'arte. Prospettiva e percezione visiva da Brunelleschi a Seurat*, Giunti, Firenze, 1994, pp. 25-30.

³⁰ L.B. Alberti, *De Pictura*, cit., I, 12, p. 28.



Figura 7 - Bramante, Cupola e finta abside prospettica in Santa Maria presso San Satiro

La Figura 7 ne offre una prova inequivocabile attraverso la fotografia, soprattutto se si confronta l'abside come appare in fotografia con la sua pianta riportata in Figura 8.

Siamo a Milano nel penultimo decennio del '400 e Bramante rivela una completa padronanza delle regole di una prospettiva architettonica illusionistica: centro di proiezione in posizione che l'osservatore può agevolmente occupare, qui lungo l'asse longitudinale della navata centrale, e primo piano della prospettiva in scala 1:1 con gli elementi architettonici contigui³¹.

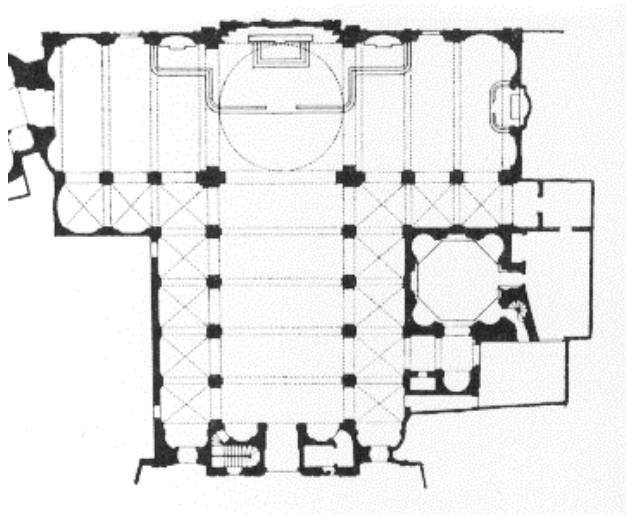
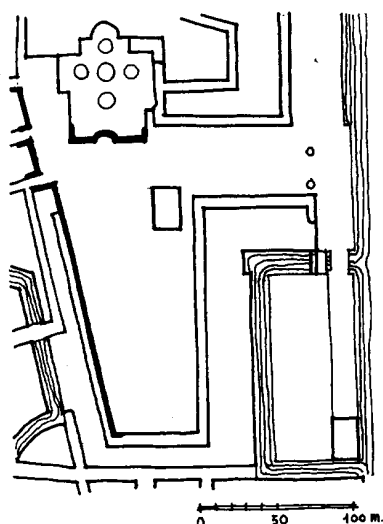


Figura 8 - Bramante, Pianta della chiesa di Santa Maria presso S. Satiro

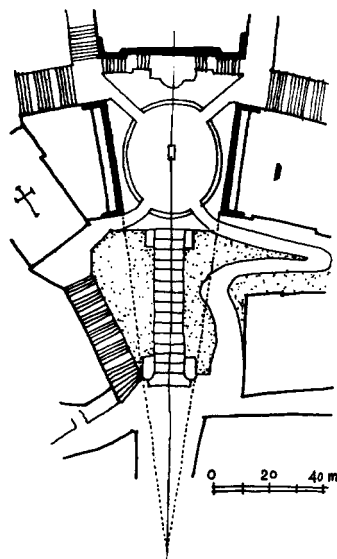
³¹ F. Guzzetti e C. Monti, *I rilievi fotogrammetrici dell'abside di S. Maria presso S. Satiro e lo studio analitico della prospettiva*, «Arte Lombarda» 86/87, 1988, pp. 62-70.

Delle discussioni cui poteva dar luogo lo scontro tra le due tendenze abbiamo un bel documento nei *Dispareri in materia d'Architettura et Prospettiva* ... di Martino Bassi, che è abbastanza tardo perché pubblicato nel 1572³², ma che offre uno spaccato assai ben documentato di quelli che dovevano essere i punti di vista e le ragioni dei due filoni.

Sottili effetti illusivi riconducibili a una contaminazione tra architettura e prospettiva si hanno in alcune famose piazze di impianto o risistemazione rinascimentale che possono considerarsi delle vere e proprie scenografie urbane.



Venezia - Piazza S. Marco



Roma - Piazza del Campidoglio

È il caso di *Piazza San Marco* a Venezia (Scamozzi ~1584) e di *Piazza del Campidoglio* a Roma (Michelangelo intorno alla metà del '500); la prima probabilmente risultante da fattori estrinseci, ma sicuramente voluta la seconda³³.

Di entrambe le piazze ci interessa qui l'impianto longitudinale per molta parte chiuso visivamente su tre lati, con una facciata importante sul fondo, rispettivamente quella della basilica di *San Marco* e quella del *Palazzo Senatorio*, e due fronti laterali che non sono parallele, ma divergenti verso la facciata importante. In entrambi i casi è essenziale che l'osservatore immagini la piazza rettangolare e questo abbiamo visto essere un portato della prospettiva. Se ci poniamo allora lungo l'asse longitudinale, che nella piazza romana è anche asse di simmetria, accade allora che, sia guardando la facciata della basilica, sia quella del palazzo, queste appaiano più vicine di quanto non lo siano fisicamente. L'angolo da esse sotteso sul piano orizzontale dell'osservatore, infatti, competerebbe ad una distanza minore, se riferita ad una piazza rettangolare di larghezza pari a quella che stimiamo nel punto in cui siamo.

Per un analogo motivo, quando si voltano le spalle alla facciata, la piazza appare più lunga. Infatti l'angolo tra le due estremità delle fronti laterali è ora più piccolo di quello che si avrebbe in una piazza rettangolare di larghezza pari a quella che stimiamo nel punto in cui siamo. Di conseguenza si è portati a ritenere questa estremità della piazza più lontana di quanto non sia in realtà. Lo stesso impianto si ha sempre a Roma, a Piazza San Pietro, per la parte tra il colonnato del Bernini e l'ingresso della basilica.

Vorrei accennare anche alla riprova del costituirsi di questo nuovo atteggiamento fornita dal

³² M. Bassi, *Dispareri in materia d'Architettura et Prospettiva con pareri di eccellenti et famosi Architetti*, Brescia, 1572.

³³ Per questa parte si veda anche R. Beltrame, *La percezione dello spazio tridimensionale*, cit., pp. 27-32.

mutamento della scenografia teatrale, dove si afferma il teatro con boccascena e scene prospettiche. Qui la presenza sul palcoscenico di una zona in cui gli attori si muovono ed agiscono è già un formidabile innesco a proseguire la strutturazione tridimensionale dello spazio leggendo in questo modo la retrostante scenografia prospettica. Ma è il boccascena a indurre, soprattutto quando la sala è buia, l'indispensabile stacco dal contesto circostante che consente di costruire lo spazio scenico a prescindere da quello della sala. Il boccascena diventa allora una finestra aperta sullo spazio scenografico, o, se si vuole, il luogo dell'*intersega*zione della piramide visiva teorizzato dall'Alberti.

Questo tipo di scenografia si afferma piuttosto tardi, sostanzialmente attorno alla metà del '500, e di contro ad una abitudine di scenografie costituite piuttosto da macchine e meccanismi che si aprivano o si calavano in mezzo al pubblico; scenografie a cui davano peraltro il loro contributo artisti come Brunelleschi e Leonardo fortemente impegnati nello sviluppo della prospettiva. Ma ciò è una ulteriore riprova che la lettura prospettica è un vero e proprio atteggiamento mentale con sue regole e convenzioni che richiesero del tempo per raggiungere una estesa socializzazione.

Sarebbe però una forzatura inaccettabile pretendere di ricondurre la strutturazione visiva delle architetture ad una lettura prospettica. Infatti quando ci occupiamo di architetture diventa essenziale tener conto quanto pesi nella fruizione il muoversi al loro interno: ciò dà origine ad informazioni sulla distanza relativa dei vari elementi che provengono dal movimento relativo tra osservatore e oggetti. Nella Sezione A sono stati brevemente richiamati i risultati della psicologia sperimentale che più direttamente riguardano questo punto.

Anche limitandoci alle opere del Brunelleschi, troviamo architetture come la facciata dello *Spedale degli Innocenti* a Firenze in cui la visione prospettica, 'da fermo', permette di costruire pressoché per intero la struttura spaziale. La scansione nitida degli elementi architettonici e la rigorosa volumetria delle campate del portico, sottolineata dalle volte a vela, suggeriscono la strutturazione dello spazio per entità geometriche semplici, dalle proporzioni immediatamente intuibili. Il muoverci di fronte alla facciata o all'interno del portico dopo averlo guardato da fuori non aggiunge nulla di essenziale che già non conoscessimo. Ed è opera tra le prime del Brunelleschi, assai vicina temporalmente agli esperimenti prospettici.

Ma nel *Santo Spirito* il discorso si fa più complesso. L'attuale altare principale, col suo ciborio, nasconde la pianta a croce latina e, soprattutto, il correre del colonnato e delle relative cappelle lungo tutto il perimetro della chiesa. Senza questo ingombro, nel momento in cui si giunge in prossimità del capocroce la veduta prospettica imperniata sull'asse longitudinale si affievolirebbe in favore di una visione lungo direzioni oblique.

Ne scaturirebbe un diverso ritmo di scansione delle cellule, cappella e campata antistante, che corrono lungo tutto il perimetro della chiesa. In questa diversa scansione il modulo della cellula spaziale può estendersi a tutto lo spazio e con riferimento alla diagonale, anziché al lato. Una strutturazione visiva che si rivela suggestiva se confrontata con un possibile schema di proporzionamento dell'opera³⁴.

Dove la lettura prospettica gioca un ruolo assai parziale è nelle architetture a pianta centrale. Qui manca una direzione longitudinale privilegiata lungo cui dar vita ad un punto di fuga e la simmetria cilindrica obbliga, quanto meno, a ruotare la testa, rendendo evidente come un'architettura si strutturi di solito a partire da una sequenza di immagini diverse e non già da una sola immagine come nel caso di una lettura prospettica.

Lo stesso Brunelleschi aveva ideato architetture di questo tipo: la *Sacrestia Vecchia* in San Lorenzo rientra in parte in questo schema, ma penso soprattutto alla *Rotonda degli Angeli*, rimasta incompiuta e del cui alzato abbiamo qualche idea solo da disegni di Giuliano da Sangallo e di Leonardo. Dello stesso Giuliano, in *Santa Maria alle Carceri*, a Prato, abbiamo un interessante es-

³⁴ R. Beltrame, *Sul proporzionamento nelle architetture brunelleschiane*, cit., pp. 116-8.

empio di come potesse venir declinata una pianta centrale nel clima culturale che stiamo indagando.

Anche in Brunelleschi, quindi, accanto ai modi suggeriti dalla prospettiva sono attivi altri modi di strutturare uno spazio tridimensionale, confermandoci ulteriormente che quello della prospettiva è un modo di strutturare lo spazio che si affianca ad altri già presenti e attivi.

A chiusura di questa nota vorrei sottolineare con decisione come la prospettiva rinascimentale debba la sua importanza all'essere parte di un più vasto movimento di pensiero³⁵.

Abbiamo visto che la familiarità con gli ambienti raffigurati derivante dalla loro frequentazione abituale dovette venir sostituita negli ambienti inventati delle prospettive dei pittori da una familiarità con la genesi ideativa di questi ambienti: una familiarità legata quindi al presupposto che fossero osservate certe regole nell'immaginarli.

Queste regole dovevano riguardare i rapporti tra le grandezze degli oggetti raffigurati e abbiamo visto prevalere l'uguaglianza o al più rapporti molto semplici, tipicamente 1:2. Tra le giaciture, poi, sono le perpendicolari e la veduta frontale a prevalere di gran lunga. In tal modo la nozione della grandezza degli oggetti e dei loro rapporti può intervenire con tempi tali da non allungare significativamente i tempi di strutturazione dell'ambiente raffigurato in prospettiva rispetto a quelli della percezione di analoghi ambienti di cui si ha familiarità per esperienza quotidiana.

Tali regole vengono parallelamente osservate ed ostense nelle architetture che si andavano costruendo, così che queste potessero svolgere la loro azione propedeutica all'acquisizione della nuova familiarità. Ma, soprattutto, le regole portano ad immaginare gli ambienti di identica forma e dimensioni sia che ci si avvalga della percezione visiva sia del rilievo metrico con gli strumenti dei capimastri.

Pensare che quest'ultima scelta discenda dall'essere Brunelleschi architetto, che si rivelerà grandissimo, non regge per almeno due ragioni forti.

Anzitutto in architettura non è affatto obbligatorio che la percezione degli spazi porti a vederli della forma e delle misure che risulterebbero dall'impiego degli strumenti di misura dei loro costruttori. Le navate e le cappelle delle chiese dei due secoli precedenti, interamente ricoperte di affreschi con figure di santi e di storie della loro vita, dovevano suggerire assai poco la loro forma e dimensioni. Analoghe considerazioni si possono fare per complessi architettonici del più lontano periodo bizantino, come il *Mausoleo di Galla Placidia* e soprattutto il *San Vitale* a Ravenna con la loro decorazione musiva.

Elementi illusivi, volti a far sembrare uno spazio architettonico diverso dallo spazio fisico dell'edificio, possono venire rintracciati successivamente con una certa facilità nell'architettura barocca; ma, come abbiamo visto, sono già presenti in Bramante e si ritrovano in alcune sistemazioni urbanistiche rinascimentali. Anche in architettura, dunque, l'aderenza del risultato percettivo alla forma e alle misure degli ambienti fisici mette in gioco una scelta deliberata³⁶.

Ma, soprattutto, il risultato percettivo con le caratteristiche propugnate da Brunelleschi viene considerato sia in pittura che in architettura una acquisizione di grande importanza dall'ambiente culturale fiorentino del tempo. Infatti essa si diffonde con una velocità decisamente notevole quando si tenga conto del carattere fortemente innovativo di tale scelta e delle difficoltà tecniche

³⁵ Battisti nella sua monografia su Brunelleschi annota: «I problemi incominciano quando si cerca di capire perché Brunelleschi s'impegnò nello studio della prospettiva e quali metodi usò. Ancor più grave è l'altra questione di base che dobbiamo però evitare in questa sede: perché l'esperimento di Brunelleschi fu alla base di un generale mutamento della concezione spaziale, che secondo alcuni sarebbe rimasto patrimonio comune dell'occidente fino all'impressionismo o, meglio ancora, al cubismo. Di nuovo, anzi, abbiamo un parallelismo impressionante: Brunelleschi in architettura inaugura un ordinamento, sia strutturale che decorativo, attraverso gli ordini classici, ed anche questi, per venire soppressi, hanno dovuto attendere l'architettura in ferro, il cemento precompresso, le strutture sospese.» E. Battisti, *Brunelleschi*, Milano, 1976, p. 102.

³⁶ Benevolo parla di rappresentazione di uno spazio reale, contrapposto ad uno spazio utopico: L. Benevolo, *La cattura dell'infinito*, Laterza, Bari, 1991.

che gli artisti incontravano per realizzarla nelle loro prime prospettive.

Anche allora si era abituati a pensare che la ripetizione del rilievo metrico con gli strumenti dei capimastri desse gli stessi risultati, tanto che, come ora, eventuali discrepanze sarebbero state poste in prima battuta a carico di errori degli operatori. Forma e dimensioni degli edifici, così come la loro posizione rispetto al terreno, erano infatti considerati soggetti soltanto a mutazioni molto lente, ed eccezioni, tra cui ancora famosa la torre campanaria del Duomo di Pisa, erano fonte di non poche preoccupazioni.

Le proprietà che ci portano oggi a parlare di una cosa come reale sono appunto quelle che rimangono invariate nel tempo ed hanno un forte carattere intersoggettivo: quelle, cioè, che sono ritrovate identiche da qualsiasi persona si accinga e verificarne la sussistenza.

Oggi però abbiamo una teorizzazione dell'attività mentale che nella categorizzazione distingue la categoria mentale, la cosa categorizzata e le condizioni che si assumono come paradigma per applicare la categoria. Ne discende la possibilità di avere più insiemi di condizioni contemporaneamente attivi e quindi, nel caso in discussione, 'realtà' come genere di cui si accettano specie diverse.

Non possiamo certo proiettare al tempo del Brunelleschi una teorizzazione così articolata. Troviamo invece come atomiche le cose già categorizzate in un certo modo: troviamo cioè soltanto le cose reali. Di conseguenza il cambiamento delle condizioni che si assumono come paradigma per applicare la categoria di reale viene pensato come la sostituzione in blocco di una realtà con un'altra, e la sostituzione confina la vecchia realtà nel dominio dell'errore o dell'apparenza, anziché lasciarla nel dominio delle alternative.

Possiamo ricordare che al tempo del Brunelleschi la cultura europea aveva ormai scontato il distacco dall'impianto medioevale³⁷. Le polemiche e le condanne dei più lucidi esponenti del movimento ockammista, che si erano susseguite dalla metà del '300, avevano mostrato per intero la loro matrice di tarda conservazione. La cultura fiorentina aveva seguito da vicino gli sviluppi di pensiero maturati nell'ambiente parigino così come quelli dell'umanesimo italiano, tanto che, proprio a Firenze, quando nella seconda metà del '400 si tornerà a leggere Aristotele, lo si leggerà insieme a Platone, ma con il distacco e la consapevolezza del diaframma storico che l'approccio filologico degli umanisti ha ormai reso inevitabile. A una dottrina aristotelica si sostituirà allora l'Aristotele storico: un grande e rispettato pensiero individuale, insieme alla libertà di discostarsene³⁸.

Nel passaggio tra questi due momenti è ragionevole supporre che si manifestasse con forza un ancoraggio all'esperienza pratica che proprio il movimento ockammista aveva propugnato come valore a cui ancorare la riflessione e l'agire dopo aver mostrato l'inconsistenza delle dottrine di derivazione aristotelica. Esponendo il pensiero di Nicolas d'Autrecourt Gilson nota che «Il n'admet qu'un seul ordre de connaissances absolument certaines, celles qui sont immédiatement évidentes. Or l'évidence immédiate ne peut avoir que deux sources, la constatation expérimentale ou l'affirmation de l'identité d'une chose avec elle-même.»³⁹.

Brunelleschi appartiene a pieno titolo a questo orizzonte culturale, in modo così coerente e radicale da non lasciare scritto alcuno a testimoniare le sue idee e i suoi valori, ma solo manufatti: le sue tavole prospettiche, alcune sculture, le architetture, la cupola di *S. Maria del Fiore*. Difficile seguirlo completamente, già l'Alberti non poté farlo, incalzato dal mutare del quadro storico.

³⁷ Come sostiene Gilson: «les penseurs du moyen âge n'ont pas eu besoin de secours extérieurs pour se libérer d'Aristote; toutes les raisons ... échouent devant cet autre fait que dès le XIV siècle l'aristotélisme était déjà jugé et condamné. A partir de Guillaume d'Ockam l'émancipation de la pensée philosophique est complète; avec Nicolas d'Autrecourt, elle devient pleinement consciente d'elle même» (É. Gilson, *La philosophie au Moyen Âge*, II ed., Payot, Paris, 1962, p. 672).

³⁸ Si vedano in proposito i lucidi contributi di Garin raccolti in *Scienza e vita civile nel Rinascimento italiano*, Laterza, Bari, 1965; *L'umanesimo italiano*, Laterza, Bari, 1970; *Medioevo e Rinascimento*, Laterza, Bari, 1973.

³⁹ É. Gilson, *loc.cit.*, pp. 665-6.

Entro questo contesto la prospettiva diventa allora uno degli strumenti attraverso cui si trasferiscono nel mondo visivo le nuove condizioni sotto cui si è disposti a pensare qualcosa come reale; mentre, fuori da questo contesto, essa sarebbe stata soltanto un artificio attraverso cui raffigurare su un piano oggetti e ambienti tridimensionali, e avrebbe assunto facilmente la connotazione di una mera finzione.

Quella scelta di legare il considerare qualcosa come reale a condizioni che trovano la loro verifica in procedimenti pensati ed attuati dall'uomo, è arrivata sino a noi, e costituisce una delle polarità forti della nostra cultura: uno dei caratteri costitutivi del nostro modo di pensare l'essere uomini.

La prospettiva come è stata impostata da Brunelleschi comporta alcune conseguenze a cui desidero brevemente accennare. Il punto di fuga delle perpendicolari al quadro della prospettiva (il *punto centrico* dell'Alberti) cade sulla linea d'orizzonte e permette di rappresentare in uno spazio finito uno spazio che nella nostra esperienza quotidiana avvertiamo estendersi indefinitamente in profondità. Questo carattere della prospettiva rinascimentale ha offerto e offre tuttora un modo di immaginare iconicamente uno spazio infinito.

Soprattutto nella schematizzazione proposta dall'Alberti, la costruzione di uno spazio tridimensionale a partire dal tracciato prospettico obbliga a mettere in rapporto tra loro elementi che stanno in punti anche lontani del dipinto dando vita a livello cognitivo ad una struttura unitaria che comprende tutto il dipinto. Sempre nella teorizzazione dell'Alberti, questa struttura è anche semplice, non è cioè prevista una sua articolazione, gerarchica o paratattica, in sottospazi dello stesso tipo⁴⁰.

Avendo quindi subordinato la strutturazione dello spazio ad un'unica 'piramide visiva', ne discende una forte spinta a costruire il dipinto come veduta ferma; dove cioè, quantunque il punto di fissazione possa spaziare sul dipinto e ci si possa soffermare sui particolari, il tutto viene alla fine ricondotto ad una rete unitaria e gerarchica di rapporti spaziali.

Questo modo viene splendidamente utilizzato da Piero della Francesca per le proprie ragioni espressive, ma era risultato non altrettanto congeniale ad altri artisti, tra cui Donatello e in maggior misura Paolo Uccello. Lo schema albertiano verrà dialettizzato in vari modi, soprattutto per farlo convivere con la rappresentazione del paesaggio; un cammino in cui i contributi di Leonardo, di Giovanni Bellini e di Giorgione saranno fondamentali. Ma, come si è detto in altri punti dello scritto, per questa via ci si addentra in problemi di grandissimo interesse e fascino, che escono però dai limiti programmaticamente imposti a questo lavoro⁴¹.

Lo spazio tridimensionale che costruiamo a partire dal tracciato prospettico lungo le linee prima discusse viene ad avere i caratteri degli spazi che in matematica oggi chiamiamo spazi eu-

⁴⁰ Il *De Pictura* è al solito illuminante sul modo attraverso cui l'Alberti arriva a questo risultato. Troviamo infatti: «Ora, poi che ad un solo guardare non solo una superficie si vede ma più, investigheremo in che modo molte insieme giunte si veggano. Vedesti che ciascuna superficie in sé tiene sua piramide, colori e lumi. Ma poi che i corpi sono coperti dalle superficie, tutte le vedute insieme superficie d'uno corpo faranno una piramide di tante minori piramidi grada quanto in quello guardare si vedranno superficie.» L.B. Alberti, *De Pictura*, cit., p. 26. E più oltre: «Ma ove ... veggiamo essere una sola superficie, o di muro o di tavola, nella quale il pittore studia figurare più superficie comprese nella piramide visiva, converrà in qualche luogo segare a traverso questa piramide, a ciò che simili orli e colori con sue linee il pittore possa dipignendo esprimere.» per giungere infine alla sua famosa definizione «Sarà adunque pittura non altro che interseguazione della piramide visiva, secondo data distanza, posto il centro e costituiti i lumi, in una certa superficie con linee e colori *artificiose* rappresentata.» L.B. Alberti, *De Pictura*, cit., p. 28.

⁴¹ I contributi su questo argomento sono molti e spesso inseriti in studi fortemente orientati a problemi particolari. Rimane classico il contributo di Francastel in P. Francastel, *Lo spazio figurativo dal Rinascimento al Cubismo*, Einaudi, Torino, 1957; tra gli apporti più recenti si vedano: M. Dalai Emiliani Ed., *La prospettiva Rinascimentale. Codificazione, trasgressioni*, Firenze, 1980; M. Kubovy, *The psychology of perspective and Renaissance art*, Cambridge University Press, 1986; e M. Kemp, *The Science of Art. Optical Themes in Western Art from Brunelleschi to Seurat*, Yale University Press, 1990.

clidei a tre dimensioni⁴². In coerenza con quanto si è detto sopra, queste proprietà e le relative deduzioni, vennero pensate proprietà dello spazio che viene allora pensato avere sempre questi caratteri, per cui se lo si immagina diverso diventa uno spazio irreali o immaginario, oppure frutto di una pura astrazione matematica. Il carattere di naturalità di cui sono stati caricati sia lo spazio euclideo tridimensionale che il riferimento cartesiano ortogonale, possono essere fatti discendere anche da queste proprietà dello spazio prospettico rinascimentale.

Il Cubismo⁴³ in arte, tra molte polemiche, e la matematica moderna nella scienza, hanno relativizzato queste proprietà facendone una conseguenza delle scelte fatte. Oggi siamo quindi liberi di pensare lo spazio euclideo tridimensionale come uno dei possibili tipi di spazio, e ricondurre alla scelta del singolo individuo o di un ambiente culturale l'averlo assunto la paradigma della propria idea di spazio.

⁴² Questo carattere è immediatamente evidente nel procedimento suggerito dall'Alberti che equivale a scorciare in prospettiva un reticolo a maglie cubiche appoggiato al geometrico e al piano della prospettiva, come è discusso più estesamente nella sezione C.

⁴³ Si veda P. Francastel, *Lo spazio figurativo dal Rinascimento al Cubismo*, cit..

A - Alcuni riferimenti alla psicologia sperimentale

La ricostruzione mentale di uno spazio tridimensionale a partire da una sua rappresentazione prospettica ha trovato un buon modello teorico solo in epoca relativamente recente. E questo benché gli elementi della tecnica prospettica fossero correttamente individuati ed impiegati già in epoca rinascimentale, e una completa teorizzazione della rappresentazione di oggetti in prospettiva come fatto geometrico fosse conclusa già nella prima metà del '600 sia per il problema diretto, rappresentazione, che per il problema inverso, restituzione, della prospettiva.

La discussione teorica sulla dinamica della visione è tuttora aperta, selezioneremo quindi i risultati sperimentali che appaiono più pertinenti per i problemi qui in discussione: grandezza e distanza con cui sono visti oggetti noti. E nel richiamare i principali risultati sperimentali della psicologia della percezione che interessano il nostro tema⁴⁴, li divideremo in due grandi gruppi.

Nel primo gruppo esporremo i risultati ottenuti in esperimenti dove gli oggetti sono fermi rispetto all'osservatore e grandi movimenti dei bulbi oculari o della testa sono considerati un fatto indesiderabile, per cui si prendono tutte le possibili precauzioni al fine di evitarli. In una parte di questi esperimenti è prevista anche la visione monoculare.

Nel secondo gruppo ci occuperemo dei risultati ottenuti in esperimenti dove invece è esplicitamente previsto che gli oggetti siano in moto rispetto all'osservatore, vuoi perché gli oggetti sono fermi e l'osservatore si muove o compie movimenti del capo, vuoi perché l'osservatore è fermo e si muovono gli oggetti. Grandi movimenti dei bulbi oculari e della testa sono qui parte integrante dell'esperimento e quindi essenziali.

L'interpretazione di questi esperimenti a cui ci appoggeremo è quella che ci sembra più calzante per il nostro problema; v'è tuttavia ricordato che essa non è l'unica proposta.

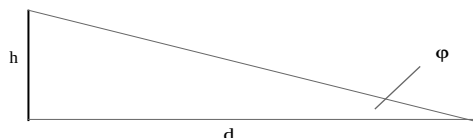
Gli esperimenti del primo gruppo hanno un'attinenza più immediata con la strutturazione percettiva di ambienti tridimensionali attraverso una prospettiva centrale. Quelli del secondo ci permettono di mettere meglio a fuoco le profonde differenze tra la percezione di uno spazio tridimensionale attraverso la prospettiva e quella risultante dal movimento entro un'architettura fisicamente costruita.

Quando si abbia visione monoculare e gli oggetti siano fermi rispetto all'osservatore, gli studi nell'ambito della psicologia transazionale hanno offerto un'ipotesi per i nostri scopi assai utile dei processi cognitivi attraverso cui, nella percezione visiva, si arriva alla localizzazione spaziale degli oggetti ed alla loro percezione come oggetti di una certa grandezza.

Si suppone che il ruolo di dato primario sia svolto dall'angolo visivo sotto cui viene visto un oggetto da chi lo percepisce, angolo che lega tra loro le due variabili distanza e grandezza dell'oggetto. Scegliendo un sistema di riferimento solidale con l'osservatore, la relazione tra queste due grandezze assume la forma più semplice quando:

- l'angolo visivo sotto cui è visto l'oggetto da chi lo percepisce sia misurato nel piano sagittale di questi e rispetto al piano di orizzonte;
- la distanza sia presa lungo l'asse visuale: intersezione dei due piani precedenti;
- l'altezza dell'oggetto venga anch'essa misurata nel piano sagittale, perpendicolarmente al piano di orizzonte e a partire da questo.

⁴⁴ Per una sintesi dei risultati della neurofisiologia dell'apparato visivo si vedano i capitoli 28-31 in E.R. Kandel, J.H. Schwarz, T.M. Jessel, *Principles of Neural Science*, 3rd Edition, Elsevier, New York, 1991.



In tal caso, infatti, detti: φ l'angolo visivo, h l'altezza dell'oggetto, e d la sua distanza abbiamo:

$$\tan \varphi = \frac{h}{d}$$

Avendo una sola relazione con due incognite, una di queste deve essere nota a priori per poter determinare l'altra.

Quindi da una stima della distanza introdotta per altra via nel corso del processo percettivo discende la percezione dell'oggetto con una certa grandezza. Oppure da una stima della grandezza dell'oggetto introdotta per altra via nel corso del processo percettivo discende la percezione dell'oggetto a una certa distanza.

Gli esperimenti confermano questo fatto in maniera molto precisa. Essi sono molto ingegnosi e, al solito, le situazioni sperimentali più interessanti e decisive sono quelle che danno origine a vere e proprie illusioni ottiche.

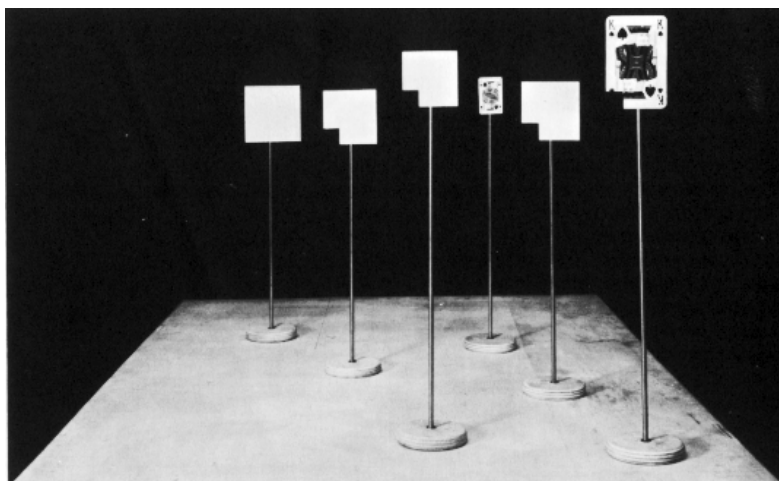


Figura A.1 - La disposizione degli oggetti nell'esperimento

Una prima serie di esperimenti⁴⁵ impiegava oggetti di grandezza familiare all'osservatore. Gli oggetti, fisicamente di grandezza diversa, erano disposti a diversa distanza dal punto di osservazione e il soggetto dell'esperimento poteva vedere gli oggetti in questione immersi in un ambiente neutro, privo cioè di ulteriori informazioni di distanza, e soltanto dal punto di osservazione prescelto: un foro abbastanza piccolo. Si chiedeva poi al soggetto di descrivere le posizioni relative degli oggetti e di stimare la loro distanza dal punto di osservazione.

⁴⁵ Si vedano J.J. Gibson, *Perception of the visual world*, Boston, Hampton, 1950; W.H. Ittelson, *Size as a cue to distance: static localization*, «American Journal of Psychology», 64, 1951, pp. 54-67; W.H. Ittelson, *The constancies in perceptual theory*, «Psychological Review», 58, 1951, pp. 285-294; A. Dinnerstein, M. Wertheimer, *Some determinants of phenomenal overlapping*, «American Journal of Psychology», 70, 1957, pp. 21-37; W. Epstein, *The influence of assumed size on apparent distance*, «American Journal of Psychology», 76, 1963, pp. 257-265; AA.VV., *Esperimenti sulla percezione visiva*, 1 - Forma Spazio Costanza, a cura di M.D. Vernon, Boringhieri, Torino, 1971; L. Ancona, *La dinamica della percezione*, Mondadori, Milano, 1970, pp. 53-70, da cui sono tratte le illustrazioni; J.E. Hochberg, *Perception*, 2nd ed., New York, Prentice-Hall, 1978.

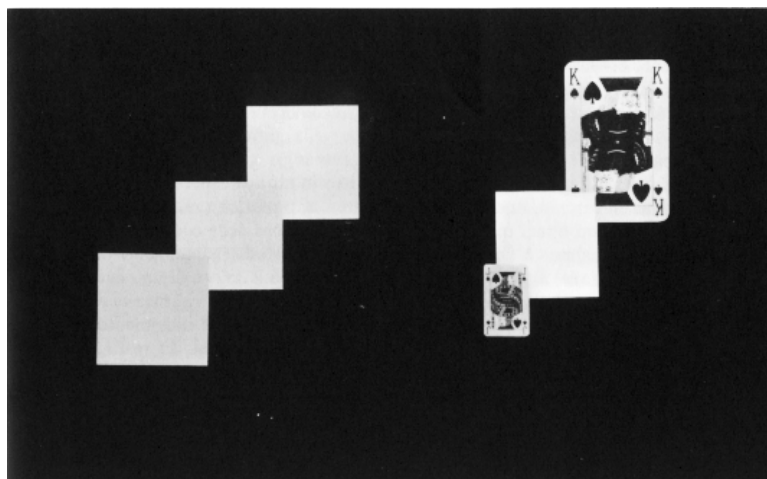


Figura A.2 - Gli oggetti come erano visti nell'esperimento

Il risultato fu una stima della distanza in accordo con l'angolo visivo sotto cui erano visti gli oggetti e la loro grandezza familiare, 'nozionale', con discrepanze anche molto vistose dalla posizione fisica degli oggetti quando la loro grandezza si scostava molto da quella 'nozionale', supposta.

A controprova vennero condotti esperimenti nello stesso ambiente sperimentale, dove era invece forzata una certa stima della posizione relativa degli oggetti, che, questa volta, oltre a carte da gioco di diversa grandezza, erano anche quadrati e rettangoli. La posizione relativa degli oggetti era forzata facendo apparire, con semplicissimi artifici sperimentali, un oggetto parzialmente nascosto da un altro, mentre ciò non era affatto vero nella disposizione fisica degli oggetti stessi.

Il risultato fu una grandezza degli oggetti in accordo con l'angolo visivo sotto cui erano visti e con la posizione relativa forzosamente indotta, anche in questo caso con discrepanze notevoli dalla grandezza fisica degli oggetti stessi quando la loro posizione relativa era molto differente da quella suggerita.

Esperimenti condotti su bambini molto piccoli offrono una conferma particolarmente significativa perché mostrano l'instaurarsi dei processi percettivi descritti in precedenza in un periodo che va dai 5 ai 7 mesi dalla nascita⁴⁶. Di particolare interesse per la nostra discussione è l'osservazione che l'influenza dei fattori nozionali derivanti da una parziale sovrapposizione degli oggetti e da una familiarità con la loro grandezza fisica è molto più marcata in visione monoculare. In visione binoculare i meccanismi di convergenza e di disparità retinica interferiscono pesantemente e spesso hanno il sopravvento⁴⁷. Negli esperimenti sopra ricordati, infatti, si utilizza per la risposta la tendenza dei bambini ad afferrare gli oggetti e pertanto si lavora con una situazione dove i meccanismi di convergenza e disparità binoculare sono molto attivi perché intervengono in modo determinante nel coordinamento tra visione cinesica e tatto che porta il bambino ad afferrare con crescente sicurezza gli oggetti a portata della sua presa.

Una ulteriore conferma dei risultati sin qui presentati si ha impiegando le cosiddette 'camere

⁴⁶ Una chiara rassegna dei risultati sperimentali è nel lavoro di A. Yonas, C.E. Granrud, *The development of sensitivity to kinetic, binocular and pictorial depth information in human infants*, in D. Ingle, D. Lee, M. Jeannerod Eds., *Brain mechanisms and spatial vision*, Amsterdam: Martinus Nijhoff Press, 1987.

⁴⁷ Nel lavoro citato alla nota precedente gli autori riportano una serie di risultati sperimentali che porterebbero a collocare l'instaurarsi di questo tipo di processo percettivo tra i 3 e i 5 mesi dalla nascita.

distorte⁴⁸ Queste raffigurano ambienti che siamo soliti pensare parallelepipedi rettangoli – una stanza con quattro pareti, un corridoio – ma che sono invece costruiti con pareti variamente inclinate fra loro, cioè né parallele, né perpendicolari.

Sulle pareti si ricavano porte e finestre di dimensioni e forma quali risultano proiettando da un opportuno centro di proiezione analoghe porte e finestre di una usuale camera parallelepipeda rettangola. Il soggetto guarda l'interno della camera da un foro posto in corrispondenza del centro di proiezione. Si ottengono così delle vere e proprie illusioni ottiche, poiché due persone di uguale altezza, poste agli estremi opposti della parete di fondo, appaiono di altezze assai diverse. Tutti gli effetti illusivi che si incontrano in questi esperimenti possono venir documentati assai bene anche sostituendo all'occhio una macchina fotografica.

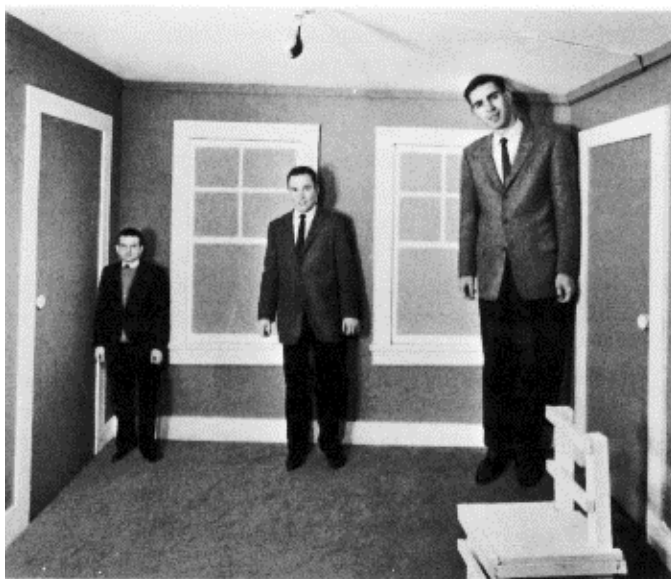


Figura A.3 - Le persone come sono viste nella camera distorta

L'interpretazione che si può dare dei risultati dell'esperimento è che la nostra nozione abituale comporta per la camera una forma parallelepipeda rettangola, e tale nozione guida la strutturazione percettiva della camera stessa determinando per l'osservatore la distanza dei vari punti. Ciò è rinforzato dal fatto che porte e finestre, guardate dal punto prescelto, risultano congruenti a quelle di una camera di tale forma. La parete di fondo è perciò pensata perpendicolare all'asse principale della visione, anche se, nella situazione fisica, ciò non è affatto vero.

Consideriamo dapprima due situazioni estreme. Supponiamo di pensare la profondità della parete corrispondente a quella della persona lontana nella camera fisica. Ne segue che la persona posta all'angolo vicino della camera fisica, essendo vista sotto un angolo visivo maggiore dell'altra, ed essendo ritenuta alla stessa distanza dell'altra, e quindi ad una distanza maggiore di quella a cui si trova fisicamente, è vista molto più grande di quanto sarebbe vista se pensata alla distanza a cui si trova fisicamente, e quindi è vista molto più grande anche di quella posta all'altro angolo. Supponiamo ora di pensare la profondità della parete corrispondente a quella della persona vicina nella camera fisica. Ne segue che la persona posta all'angolo lontano della camera fisica, essendo vista sotto un angolo visivo minore dell'altra, ed essendo ritenuta alla stessa distanza dell'altra, e quindi ad una distanza minore di quella a cui si trova fisicamente, è vista molto più piccola di quanto sarebbe vista se pensata alla distanza a cui si trova fisicamente, e quindi è vista anche molto più

⁴⁸ Si veda W.H. Ittelson, *The Ames demonstrations in perception*, Princeton, 1952.

piccola di quella posta all'altro angolo. Tali conclusioni sono infatti legate al fatto che l'osservatore si trova a vedere sotto angoli diversi due persone ritenute alla stessa distanza, e, poiché la distanza a cui localizza la parete di fondo è facilmente un valore intermedio fra quelli delle due estremità, il soggetto è portato a vedere l'una un gigante e l'altra un nano.

Il modello interpretativo esposto, oltre all'indubbio merito di una estrema semplicità, ha il vantaggio di prestarsi facilmente ad ulteriori arricchimenti. I processi mentali e psicologici attraverso cui si arriva a ritenere l'oggetto di una certa grandezza oppure ad una certa distanza, possono coinvolgere molte variabili, anche di carattere emotivo.

Infatti già il considerare la camera distorta come parallelepipedo rettangola è fatto di origine culturale, legato a certi modi di fare architettura propri della nostra tradizione storica. Esperimenti a suo tempo condotti su una popolazione, gli Zulu, che viveva in capanne rotonde, dove anche le porte erano rotonde e i campi venivano arati secondo solchi curvilinei avevano mostrato una incidenza molto bassa dell'illusione di Muller-Lyer e delle altre illusioni ottiche legate ad angoli paralleli e perpendicolari.

Fattori emotivi influenzano poi notevolmente l'instaurarsi dell'illusione ottica indotta dalle camere distorte⁴⁹, con effetti che ci mostrano quanto sia complessa la dinamica dell'operare mentale umano. La nostra architettura biologica mostra infatti interazioni tra parti anche fra loro distanti; nell'analisi psicologica possiamo quindi trovare interazioni tra attività anche molto disomogenee.

Esperimenti su una situazione più semplice, la finestra trapezoidale di Ames, sono stati condotti anche su bambini piccini⁵⁰. l'oggetto presentato era stato ottenuto fotografando una finestra rettangolare ruotata di 45° rispetto al suo asse verticale e doversi avevano dei vuoti in corrispondenza agli spazi interni corrispondenti ai vetri (Figura A.4).

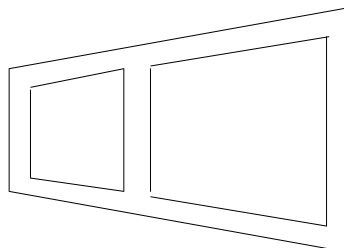


Figura A.4

I risultati sono coerenti con quelli discussi in precedenza. In visione monoculare bambini di 7 mesi tendono ad afferrare di preferenza il lato verticale più lungo della finestra di Ames, mentre questo non accade quando si presenta loro un oggetto come quello di Figura A.5. In visione binoculare e con bambini più piccini, attorno ai 5 mesi, non si manifesta una significativa preferenza per il lato verticale più lungo della finestra di Ames. Si tenga infatti presente che gli esperimenti coinvolgono il range di distanze entro cui il bambino afferra gli oggetti. La visione binoculare e la costanza di grandezza risentono perciò fortemente dell'integrazione tra visione, movimento e tatto che consentono al bambino di afferrare con crescente sicurezza gli oggetti del suo ambiente circostante.

Questi risultati sono stati perciò riportati soltanto per mostrare come nella nostra cultura,

⁴⁹ Si veda W.J. Wittreich, *Visual perception and personality*, «Scientific American», 200, 1959, pp. 56-60; L. Ancona, *La dinamica della percezione*, cit., cap. III.

⁵⁰ A. Yonas, C.E. Granrud, *The development of sensitivity to kinetic, binocular and pictorial depth information in human infants*, loc.cit.

dove prevalgono gli ambienti parallelepipedi rettangoli, gli allineamenti secondo verticali e orizzontali, gli angoli retti, e le successioni di elementi uguali, si instaurino precocemente comportamenti che sono coerenti con l'organizzazione tridimensionale dello spazio suggerita dalla prospettiva

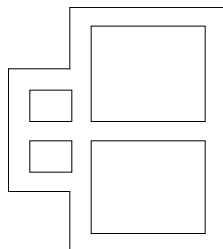


Figura A.5

Quando si abbia movimento relativo tra oggetti ed osservatore la situazione muta radicalmente. Se abbiamo oggetti che parzialmente ricoprono altri oggetti, il movimento fa sì che alcuni appaiano successivamente coprire e scoprire parti diverse di altri oggetti, e questo fatto diventa molto presto un elemento per considerare tra due oggetti più lontano quello le cui parti vengono via via coperte e scoperte dall'altro. Inoltre il movimento offre elementi spesso determinanti per eliminare possibili ambiguità nell'individuare il contorno degli oggetti⁵¹

Un altro fatto che interessa la nostra problematica è la constatazione che il movimento di parallasse dà informazioni stereoscopiche⁵². Faremo riferimento a due situazioni molto semplici, perché riferite a oggetti fermi rispetto all'osservatore, e tuttavia molto frequenti:

- quando si ruota la testa gli oggetti più vicini all'osservatore paiono muoversi più ampiamente e velocemente di quelli più lontani;
- quando si ruota la testa e si fissa un oggetto, gli oggetti più distanti dall'osservatore paiono muoversi nella stessa direzione della testa, mentre quelli meno distanti paiono muoversi nella direzione opposta.

Le informazioni di distanza degli oggetti ottenute per questa via sono di importanza basilare nella vita quotidiana. Infatti, proprio quando ci muoviamo in un ambiente, la sua stereometria è di fondamentale importanza per decidere come spostarci in esso; la precisa localizzazione spaziale degli oggetti è a sua volta essenziale per evitare quelli con cui potremmo entrare in collisione. Ne segue che processi del tipo sopra descritto debbono essere estremamente veloci e sicuri, perché eseguiti frequentemente, e con i caratteri della memoria procedurale, cioè assai poco consapevolizzati.

Quando siano gli oggetti a muoversi rispetto all'osservatore le cose vanno in maniera diversa e le informazioni spesso non sono univoche. Consideriamo infatti oggetti in moto perpendicolarmente al piano sagittale dell'osservatore, in modo da semplificare la formulazione quantitativa del fenomeno. A parità di velocità trasversale gli oggetti più lontani richiedono per essere seguiti una rotazione più lenta degli occhi e del capo, ma la velocità angolare di inseguimento non fornisce un'informazione univoca, essendo legata al rapporto tra velocità dell'oggetto e distanza di questo dall'osservatore.

⁵¹ Questi effetti si manifestano abbastanza presto; nella rassegna di A. Yonas, C.E. Granrud, *The development of sensitivity to kinetic, binocular and pictorial depth information in human infants*, loc.cit., sono riportati esperimenti che collocano l'instaurarsi di questi processi percettivi attorno a 5 mesi dalla nascita. Ancora prima viene collocato l'instaurarsi dei processi percettivi con cui ci si accorge dell'avvicinarsi di un oggetto.

⁵² V. Benussi, C. V. Musatti, *Sui fenomeni stereocinetici*, «Archivio italiano di Psicologia», 3, 1924, pp. 105-120.

L'illuminazione degli oggetti, soprattutto se direzionale, rappresenta un'altra fonte di informazioni sulla loro stereometria. Il gioco di chiari e di scuri, di luci e di ombre, fornisce già nella visione da fermo informazioni sulla stereometria dei volumi, siano essi oggetti pieni, o ambienti. Tali informazioni si accrescono quando esiste moto relativo rispetto all'osservatore, poiché la sequenza di luci ed ombre, con il suo mutare, permette spesso di risolvere situazioni di iniziale ambiguità, e fornisce ulteriori informazioni su cui modellare il risultato finale della percezione⁵³.

Va da sé che le informazioni stereometriche legate al movimento sono di estremo interesse per il nostro problema, poiché, presenti quando ci muoviamo entro lo spazio tridimensionale di una architettura, vengono a mancare del tutto nelle prospettive dipinte.

Tornano invece a ripresentarsi in certe sequenze cinematografiche. Infatti, se tralasciamo l'uso di obiettivi ed effetti ottici speciali, il singolo fotogramma è assimilabile a una prospettiva centrale quale è stata teorizzata dai trattatisti del Rinascimento. Per essa, in particolare, valgono tutte le considerazioni svolte a proposito del problema inverso della prospettiva: in particolare quelle relative alla difficoltà di risalire in modo univoco da tale rappresentazione prospettica alla forma e dimensione degli oggetti e dell'ambiente in cui questi sono posti.

Cinema e televisione, tuttavia, non vivono di fotogrammi singoli come la fotografia, ma di sequenze di fotogrammi. La molteplicità dei fotogrammi relativi ad una stessa situazione, e il gioco delle ombre forniscono informazioni aggiuntive sulla forma e la posizione degli oggetti. Quando intervenga poi il movimento della macchina da presa, si ricreano gli aspetti di cui si è in precedenza discusso come se fossimo noi spettatori a muoverci rispetto all'ambiente e non la macchina da presa, perché abbiamo anche imparato a considerare il punto e la direzione di ripresa come il punto e la direzione secondo cui noi guardiamo la scena.

Si ottengono così una larga messe di informazioni relative alla stereometria degli oggetti e dell'ambiente per cui cinema e televisione, pur essendo basati su una semplice prospettiva se presi a livello di singolo fotogramma, tramite la sequenza acquistano una capacità di suggerirci la percezione di uno spazio tridimensionale che è molto vicina a quella del muoverci entro tale spazio; cioè più simile a quella delle architetture.

Sotto questo profilo essi diventano uno strumento molto più ricco di quanto la loro origine come camera oscura potrebbe far immaginare. Si comprende anche perché nel cinema siano falliti certi macchinosi tentativi di fornire una illusione di tridimensionalità mimando il modello della visione binoculare: proiettando cioè due immagini leggermente diverse, che andavano viste una da ciascun occhio tramite opportuni occhiali colorati. Il cinema ha in sé il movimento e quindi la possibilità di dare all'osservatore una ricca serie di informazioni sulla stereometria della situazione spaziale che derivano appunto dal movimento.

Altri esperimenti che hanno rilevanza per il nostro tema riguardano la "robustezza" della lettura prospettica. Questa si rivela oggi fortemente prevalente e resistente ad effetti perturbanti⁵⁴ come possiamo attenderci dalle considerazioni esposte.

Infine alcuni fatti relativi alla percezione di oggetti assai distanti dall'osservatore saranno richiamati nella Sezione D, dove vengono brevemente discusse le ragioni di un sostanziale disinteresse di diversi trattatisti rinascimentali per il problema inverso della prospettiva.

Dobbiamo infine ricordare che la percezione di oggetti la cui distanza sia un fatto puramente categoriale, un puro numero nel caso della luna e delle stelle, non segue le regole in precedenza richiamate. La stessa cosa accade quando nel campo visivo siano presenti oggetti situati a distanze dall'osservatore molto diverse tra loro, una situazione abbastanza frequente nel paesaggio naturale dove possiamo avere insieme nel campo visivo un albero che dista da noi una decina di metri e al-

⁵³ D. O'Connell, H. Wallach, *The kinetic depth effect*, «Journal of Experimental Psychology», 38, 1948, pp. 310-24.

⁵⁴ R.R. Rosinski, T. Mulholland, D. Degelman, J. Farber, *Picture perception: an analysis of visual compensation*, «Perception and Psychophysics», 28, 1980, pp. 521-26.

l'orizzonte dei monti che distano diversi chilometri. Manca però una soddisfacente teoria degli aspetti quantitativi di questi fenomeni.

B - Le tavole prospettiche del Brunelleschi

Le informazioni più dettagliate sugli esperimenti prospettici del Brunelleschi ci sono fornite dalla *Vita di Filippo di Ser Brunellesco*, anonima, attribuita ad Antonio di Tuccio Manetti e la cui stesura è collocata nel nono decennio del '400⁵⁵. Questa antica biografia diventa così punto di partenza doppiamente obbligato per ogni studio sull'argomento.

Della *Vita* sono noti quattro manoscritti⁵⁶, ma i passi che contengono la descrizione delle due tavole prospettiche sono soltanto nei primi due elencati in nota. Ne riporto qui per comodità il testo secondo la trascrizione di Saalman dal Cod. II, ii, 325 della Biblioteca Nazionale di Firenze, a partire da carta 297 recto⁵⁷:

«Cosj ancora in que tenpi e misse innanzi et innatto luj propio quello che dipintorj oggi dicono prospettiva, perche ella e una parte di quella scienza che e in effetto porre bene e con ragione le diminuizionj e acrescimenti, che appaiono agli occhi degli huomini delle cose di lungi e d'apresso, casamenti, piani e montagne e paesi d'ognj ragione e innognj luogo le figure e l'altre cose di quella misura che s'appartiene a quella distanza che le si mostrano di lungi. E da luj e nato la regola, che e la inportanza di tutto quello che di cio se fatto da quel tenpo in qua. Ed e piu forte, che non si sa, se que dipintorj antichj di centinaia d'annj indietro, che si crede, che fussono buonj maestrj, al tenpo de buoni schultori, se lo sapeuano e se lo feciono con ragione. Ma se pure lo feciono con regola, che senza cagione non dico io scienza poco di sopra, come fecie poi luj, chi lo potesse insegnare alluj, era morto di centinaia d'anni, e iscritto non si truoua, e se si truoua, non e inteso. Ma la sua industria e sottiglieza o ella la ritrouo o ella ne fu inuentricie»
(c. 297 v) *«Et questo caso della prospettiva nella prima cosa, in che e lo mostro, fu in una tauoletta di circha mezo braccio quadro, doue fecie una pittura assimilitudine del tenpio di fuorj di Santo Giouannj di Firenze. Ed a quel tenpio ritratto per quanto se ne uede a uno sghuardo dallato di fuorj; e pare, che sia stato a ritrarlo dentro alla porta del mezo di Santa Marie del Fiore qualche braccia tre, fatto con tanta diligenza e gentilezza e tanto apunto co colorj de marmj bianchj et neri, che non e miniatore che l'auessi fatto meglio: Figurandoui dinanzi quella parte della piazza che ricieue l'occhio cosi uerso lo lato dirinpetto alla Misericordia insino alla uolta e canto de Pecorj cosi da lo lato della colonna del miracolo di Santo Zanobi insino al canto alla Paglia, e quanto di queluogho si uede discosto, e per quanto s'auuea a dimostrare di cielo, coe che le muraglie del dipinto stanpassono nella aria, messo d'ariento brunito, accio che l'aria e cielj naturalj ui si*

⁵⁵ Saalman, nella sua edizione della *Vita*, H. Saalman, *The life of Brunelleschi by Antonio di Tuccio Manetti*, Pennsylvania Press, Pittsburg, 1970, ripropone con nuovi argomenti (si vedano le pp. 10-20) l'attribuzione ad Antonio di Tuccio Manetti. Saalman, come già il Fabriczy (C. V. Fabriczy, *F. B., sein Leben und seine Werke*, Stoccarda, 1892, pp. XV-XVI) porta la data di stesura della *Vite* agli inizi del nono decennio del '400, Kallab (Kallab, *Vaseristudien*, Vienna, 1908, p. 158) l'aveva fissata attorno al 1485 e Luporini (E. Luporini, *Brunelleschi. Forma e ragione*, Milano, 1964, nota 13 a p. 200) l'aveva posticipata ancora di qualche anno. Per una discussione più approfondita su questi problemi, sulla tradizione manoscritta, sulle varie edizioni e i relativi problemi, si rimanda all'introduzione della citata edizione del Saalman ed inoltre all'introduzione e alla «Nota al Testo» di D. De Robertis in Antonio Manetti, *Vita di Filippo Brunelleschi*, ed. critica di D. De Robertis con introduzione e note di G. Tanturli, Il Polifilo, Milano, 1976.

⁵⁶ I manoscritti in questione sono il Cod. II, ii, 325 della Biblioteca Nazionale di Firenze (in precedenza: Magl. VIII, 1401 ed ex Strozzi D. X. 992); il Cod. II, ii, 326 della Biblioteca Nazionale di Firenze; l'N.A. 323 (Pistoiese) sempre della Biblioteca Nazionale di Firenze e il Cod. Corsiniano 455 (già 35, D, I) della Biblioteca Corsiniana di Roma.

⁵⁷ De Robertis nella citata «Nota al Testo» della *Vita* ha mostrato che la redazione contenuta nel Cod. II, ii, 326 della Biblioteca Nazionale di Firenze è una copia del manoscritto impiegato da Saalman.

specchiassono drento e cosi e nugolj, che si uegono in quello ariento essere menati dal uento, quandetrae; laquale dipintura, perchel dipintore bisogna che presuponga uno luogo solo, donde sa a uedere la sua dipintura si per alteza e basseza e da lati come per discosto, accio che non si potessi pigliare errore nel guardarlo, che in ognj luogo, che s'escie di quello, a mutare l'apparizionj dello occhio egli aueua fatto un buco nella tauoletta, dou'era questa dipintura, che ueniua a essere nel dipinto dalla parte del tempio di Santo Giouannj, in quello luogo doue percoteua l'occhio al diritto di chi guardaua da quello luogo dentro alla porta del mezo di Santo Maria del Fiore, doue si sarebbe posto se l'auesse ritratto. Elquale buco era piccolo quanto una lenta da lo lato della dipintura e da rouescio si rallargua piramidalmente, come fa uno cappello di paglia da donna, quanto sarebbe el tondo d'uno ducato o poco piu; e uoleua, che l'occhio si ponessi da rouescio, dond'eglj era largho, per chj l'auessi a uedere, e con l'una mano s'accostassi allo occhio et nell'altra tenessi uno specchio piano al dirinpetto, che ui si ueniua a specchiare dentro la dipintura; e quella dilatione dello specchio dall'altra mano ueniua a essere la distanza uel circha di braccia piccholine quanto a braccia uere daluogho, doue mostraua essere stato a ritrarlo, per insino al tempio di Santo Giouanni; che al guardarlo con l'altra circostanze dette dello ariento brunito e della piazza ect. et del punto pareua, che si uedessi el proprio uero. E io lo avuto in mano e ueduto piu uolte a mia dj e possono rendere testimonianza.»

«Fecie di prospettiua la piazza del palagio de Signori di Firenze con cio che ue su e d'intorno, (c. 298 r) quanto la uista serue; stando fuorj della piazza o ueramente al parj lungho la faccia della chiesa di Santo Romolo, passato el canto di Calimala Francescha, che riescie in su detta piazza poche braccia uerso Orto Santo Michele. Donde si guarda il palagio de Signori, in modo che due faccie si uegono intere: quella che uolta uerso ponente e quella che e uolta uerso tramontana; che e una cosa marauigliosa a uedere quello che pare insieme con tutte le cose, che racchoglie la uista in quello luogo. Fuccj poj Pagolo Hucciello e altrj pittorj, che lo uollono contrafare e imitare, che no ueduti più d'uno; e non e stato bene come quello. Potrebbe dire quj, perche non fece eglj a questa pittura, essendo di prospettiua, con quel buco per la uista come alla tauoletta del duomo del Santo Giouannj? Questo naque, perche la tauola di tanta piazza bisogno, che fussi si grande a metteruj drento tante cose distinte, ch'ella non si poteua comel Santo Giouannj regiere con una mano al uiso ne con l'altra allo specchio; perchel braccio dello huomo non e tanto lungo, che collo specchio in mano e lo potessi porre dirinpetto al punto con la sua distanza, ne anche tanto forzeuole, che la reggessi. Lascollo nella discrezione di chi ghuarda, come interuiene a tutte l'altre dipinture negli altrj dipintorj, benche chi guarda ogni uolta non sia discreto. E nel luogo, che misse l'ariento brunito a quella del Santo Giouannj, qui scanpo l'assi, doue lo fecie da chasamenti in su, e recauasi con esso a ghuardallo in luogo, che l'aria naturale si mostraua da casamenti in su.»

Volendo qui riassumere le posizioni dei diversi studiosi intervenuti sulla questione, dobbiamo tener presente che troviamo spesso contributi al problema delle tavole prospettiche del Brunelleschi in scritti che affrontano questioni più generali o aspetti della trattatistica prospettica rinascimentale.

Per un panorama degli studi sulla prospettiva precedenti al citato lavoro sulle tavole prospettiche brunelleschiane si veda la *Nota* di M. Emiliani Dalai nella traduzione italiana di scritti di Panofsky⁵⁸ e della stessa *La questione della prospettiva*⁵⁹, entrambi con ampio esame della bibli-

⁵⁸ E. Panofsky, *La prospettiva come «forma simbolica»*, e *altri scritti*, Milano, 1961, 1966.

ografia sull'argomento.

Venendo a contributi in cui più specificamente è affrontato il problema delle tavole prospettiche del Brunelleschi osserverò che punto di partenza è per tutti la descrizione che degli esperimenti prospettici brunelleschiani viene data nella *Vita* precedentemente menzionata. Vi è inoltre la tendenza a trattare il problema di una ricostruzione delle misure della tavoletta e degli altri parametri ottico-geometrici relativi al primo esperimento, il solo per cui la *Vita* fornisca precise indicazioni di ordine quantitativo, intersecandolo con il problema di ricostruire il metodo seguito dal Brunelleschi per tracciare le sue prospettive; metodo su cui il biografo quattrocentesco non dà alcuna informazione. Nell'esporre sinteticamente quanto si riscontra nella letteratura preferisco tener distinti i due problemi.

Krautheimer⁶⁰ ritiene che la prima tavola prospettica sia basata su una riduzione in scala rispetto al vero. Ritiene inoltre che «The distance from the painting to its mirror reflection being one braccio, and that from the eye to the Baptistery, 60 braccia, the scale was 1:60, a normal ratio in any duodecimal system». E prosegue «Brunelleschi had evidently chosen his standpoint very carefully so as to arrive at this particular proportion. The line that marked what was for him the piazza's near boundary, was 30 braccia long, exactly half the distance from his eye to the Baptistery; thus it corresponded in scale to the width of the panel, which was one half braccio. In other words, Brunelleschi established in scale both distance and base line of his painting. Since the panel was square, the proportions of distance to width to height were 2: 1: 1». Se ne deduce che la prima tavoletta è ritenuta quadrata di 1/2 braccio di lato. Krautheimer non conduce tuttavia alcuna verifica sulla congruenza interna dei dati proposti e in particolare se una tavoletta quadrata di 1/2 braccio di lato consenta una rappresentazione prospettica del Battistero nella scala indicata. Si noti, infine, che l'area della tavoletta risulta in questo modo di 1/4 di braccio quadro.

White⁶¹ non discute di scale di rappresentazione, di distanze e di altri dati numerici relativi alla tavoletta e allo specchio. La sua indagine si appunta piuttosto sulle condizioni ottico-geometriche imposte dal portale del Duomo. Il testo del biografo che nell'originale suona: «*una tauoletta di circha mezo braccio quadro*», è tradotto anche da White con «a small panel about half a braccio square»; una traduzione ambigua, se non sviante, perché permette di intendere che la tavoletta era quadrata e di 1/2 braccio di lato, quindi di area pari a 1/4 di braccio quadro, come già in Krautheimer.

Gioseffi⁶² porta in prevalenza la sua attenzione alla genesi logica e storica della prospettiva brunelleschiana. Circa il punto che qui ci interessa troviamo soltanto: «Brunelleschi dipinse (nel primo caso) su di una superficie specchiante, ricalcando - dopo aver fissato in qualche modo un centro di mira - l'immagine che vi si specchiava. Perciò non ha potuto servirsi di una distanza maggiore di quanto la lunghezza del braccio non consentisse».

Lemoine⁶³ a proposito delle dimensioni della prima tavoletta, dopo aver citato il testo del biografo, osserva: «La brasse valait, en moyenne, 0.60 m, une demi-brasse, 0.30 m, cela représente donc, au carré, un panneau de bois très petit». Suppone quindi la tavoletta quadrata e di 1/2 braccio di lato. Non vengono condotte ulteriori verifiche di tipo numerico, anche perché lo studio è orientato verso altri problemi.

Parronchi⁶⁴, in serrato contraddittorio con le tesi avanzate da Gioseffi, ha quale punto focale

⁵⁹ M. Emiliani Dalai, *La questione della prospettiva, 1960-1968*, «L'Arte», 2, 1968, pp. 96-105.

⁶⁰ R. Krautheimer, *Lorenzo Ghiberti*, Princeton, 1956, pp. 234-41, p. 237.

⁶¹ J. White, *The Birth and Rebirth of Pictorial Space*, Londra, 1957, pp. 113-21, in trad. it. *Nascita e rinascita dello spazio pittorico*, Milano, 1971, p. 114.

⁶² D. Gioseffi, *Perspectiva artificialis*, Trieste, 1957, pp. 73-83, p. 77.

⁶³ J. Lemoine, *Brunelleschi et Ptolémée*, «Gazette des Beaux-Arts», LI, 1958, pp. 281-96, nota 4, p. 238.

⁶⁴ A. Parronchi, *Le due tavole prospettiche del Brunelleschi*, «Paragone», 107, 1958, pp. 1-32; 109, 1959, pp. 1-31.

del proprio studio la genesi dell'idea della prospettiva brunelleschiana e il metodo seguito dal Brunelleschi per tracciare le sue prospettive. Per lo schema ricostruttivo della prima tavoletta elenca⁶⁵ i seguenti punti: 1) formato quadrato; 2) base della faccia anteriore del Battistero coincidente con la linea di terra e con la base della tavoletta; 3) cima della lanterna che tocca il lato superiore della tavoletta; 4) linea d'orizzonte coincidente con la prima fascia orizzontale del Battistero; 5) larghezza della tavoletta pari a quella non scorciata dell'ottagono del Battistero. In altro punto⁶⁶, troviamo sempre a proposito del primo esperimento: «usando una tavoletta di un braccio di lato, in modo che di poco maggiore fosse la distanza da cui guardarla».

Klein⁶⁷ osserva: «the painter stood at a distance from the doorstep equal to half the breadth of the door. Supposing as seems natural, that the panel represented the whole space seen through the opening, the angle of the visual pyramid ought to be 90 degrees, and the distance point placed on the edge of the painting»; e più oltre: «since according to the biographer the first panel was a square with sides of a half braccio, the distance would have had to be extremely short, a quarter of a braccio, in order to make the angle 90 degrees»⁶⁸. Secondo Klein erano perciò conservati gli angoli visivi che si avevano al vero; l'apertura del campo raffigurato era di 90°; e infine la tavoletta era anche per lui quadrata e di 1/2 braccio di lato. Non vengono condotte ulteriori verifiche numeriche sulle conseguenze che derivano dai dati esposti.

Sanpaolesi in un suo studio del '51⁶⁹ annota a proposito della prima tavoletta: «Nella descrizione della veduta del Battistero l'angolo al vertice del cono visivo non si può desumerlo esattamente. Però è chiaro che il B. non volle fare una costruzione teorica, ma ponendosi in una situazione reale e con misure reali, volle provare fin dove si poteva giungere nell'imitare la veduta naturale. Si sarà attenuto a quanto era compreso in un cono ottico normale, cioè di sessanta gradi o forse qualcosa di più. Il punto di osservazione doveva, secondo la esplicita costruzione della tavoletta, essere immutabile come distanza (proporzionale a quella della veduta reale), e come centralità. Il rapporto al vero dovette essere di circa 1/50 sul primo piano o poco meno». Nello scritto non è data alcuna giustificazione esplicita dei dati esposti. In una successiva monografia⁷⁰ Sanpaolesi, sempre a proposito della prima tavoletta, afferma che dal testo del biografo risulterebbe «che si trattava di un dipinto fatto su una tavoletta di circa cm. 30x30 e, vedremo, spesso due centimetri».

Sulla genesi dell'idea della prospettiva brunelleschiana abbiamo in sostanza tre tesi. Chi sostiene un'apertura del campo pari a 90° propone una derivazione da procedimenti empirici in uso nel tempo attraverso una razionalizzazione del metodo con due punti di distanza. Klein annota infatti: «we will only try show ... that the bifocal system of the painters is also involved in Brunelleschi's inventions»⁷¹. Lemoine avanza l'ipotesi di una derivazione dai metodi di rappresentazione dei cosmografi e assume come punto di riferimento gli scritti di Tolomeo. Gioseffi e Parronchi propongono una derivazione dallo specchio piano; Gioseffi ricercandone il substrato teorico nell'Ottica di Tolomeo, Parronchi chiamando invece in causa il Pelacani come riferimento prossimo e, prima di lui, i trattati di Peckham, di Vitelo e di Bacone.

Circa il metodo seguito dal Brunelleschi per tracciare le prospettive troviamo le tesi seguenti. Krautheimer propone un procedimento che si avvale di una completa rappresentazione in scala della pianta e del profilo degli ambienti da raffigurare; «Plans and elevations drawn to scale in the

⁶⁵ *ibid.*, I, p. 17.

⁶⁶ *ibid.*, I, p. 14.

⁶⁷ R. Klein, *Pomponius Gauricus on Perspective*, «The Art Bull.», XLIII, 1961, pp. 211-30, p. 223.

⁶⁸ *ibid.*, p. 224.

⁶⁹ P. Sanpaolesi, *Ipotesi sulle conoscenze matematiche, statiche e meccaniche del Brunelleschi*, «Belle Arti», 1951, pp. 25-54, p. 31.

⁷⁰ P. Sanpaolesi, *Brunelleschi*, Milano, 1962, p. 49.

⁷¹ R. Klein, *loc. cit.*, nota 38, p. 223.

early fifteenth century were fundamental innovations of architectural tooling, and if Brunelleschi's biographer is correct, Brunelleschi was the first to introduce them in Florence»⁷².

Dello stesso avviso è anche Panofsky⁷³; egli afferma che «Proceeding as an architect accustomed to thinking in terms of ground plans and elevations, Brunelleschi began with two preparatory drawings, viz., the ground plan and the elevation of the whole visual system. In both drawings the «visual pyramid» is represented by triangles having their apices in a point standing for the eye while the picture plane intersecting the 'visual pyramid' is represented by a vertical.... When either diagram is connected with the point representing the eye, the points of intersection between the connecting lines and the verticals will determine the sets of values constituting the perspective image, the ground plan supplying the transversal and the elevation the vertical quantities. The perspective image itself is constructed by combining these two sets in a third and final drawing. In this final drawing, it will be observed, the central vanishing point does not actually appear; it can be obtained only *ex post facto* by prolonging the converging orthogonals». Nel testo, poi, è detto che la costruzione geometrica della prospettiva rinascimentale fu «invented, in all probability, by Filippo Brunelleschi about 1420 and transmitted by Alberti with procedural rather than substantive modifications»⁷⁴.

Il pensiero di Gioseffi a proposito del modo seguito da Brunelleschi per disegnare le sue prospettive è ben sintetizzato dal passo seguente: «Le conclusioni alle quali ci sembra si debba di necessità pervenire son queste: il Brunelleschi dipinse (nel primo caso) su di una superficie specchiante, ricalcando - dopo aver fissato in qualche modo il centro di mira - l'immagine che vi si specchiava. Perciò non ha potuto servirsi di una distanza maggiore di quanto la lunghezza del braccio non consentisse. Perciò ha introdotto il secondo specchio che raddrizzasse l'immagine....Dello specchio quindi, non del velo, s'è servito primamente Filippo Brunelleschi. E la sua prima prospettiva non è stata in nessun modo «costruita», *poiché fu ricalcata dipingendo sopra lo specchio*. Ma quando passò a dipingere la veduta di Piazza della Signoria era già in grado di levar prospettive tirandole dalla pianta e dal profilo. Ed è questa la prima «vera» prospettiva di cui s'abbia memoria»⁷⁵.

Parronchi osserva che la soluzione dei problemi «architettonici o soltanto compositivi, era implicita nel sistema ideato dal Brunelleschi e applicato alla prima tavoletta, e in particolare quello delle costruzioni angolari, in quanto esso era già risolto nelle due facce laterali del Battistero, le cui linee in profondità creavano pure due fughe accidentali rispetto a quella centrica. Nel caso della piazza della Signoria, non potendosi riportare i profili dato che tutti i piani erano obliqui, si sarebbe trattato dunque soltanto di una pazienza maggiore per trovare ogni piano a traverso la definizione dei punti.... E, una volta posto di fronte al complesso degli edifici trecenteschi che ornavano la piazza, non è dubbio che il Brunelleschi abbia proceduto geometrizzando e regolarizzando»⁷⁶. Parronchi pensa che i due sistemi siano «in nuce, le 'due regole della prospettiva pratica', delle quali dice il Vignola che 'avvenga che parano dissimili nel procedere tornano nondimeno tutte ad un medesimo termine'»⁷⁷.

Sanpaolesi ritiene che la prima prospettiva sia stata disegnata «sovrapponendo due costruzioni sullo stesso foglio; una è la proiezione centrale dal punto di vista prescelto, l'altra è la stessa costruzione vista di lato e cioè ruotata di 90 gradi. Se infatti noi pensiamo di disegnare su

⁷² R. Krautheimer, *loc. cit.*, p. 237.

⁷³ E. Panofsky, *Renaissance and Renascences in Western Art*, Stoccolma, 1960, nota 2, p. 123.

⁷⁴ *ibid.*, p. 123.

⁷⁵ D. Gioseffi, *loc. cit.*, p. 77.

⁷⁶ A. Parronchi, *loc. cit.*, II, pp. 4-5.

⁷⁷ *ibid.*, p. 13.

un piano verticale e normale al quadro e passante per il punto di vista, o più generalmente di proiezione e di fuga, l'andamento dei raggi visuali, o più generalmente proiettanti, che vanno dall'occhio, o più generalmente da un punto, alle singole divisioni dei mattoni sul pavimento, li ribaltiamo di 90° intorno alla retta verticale o asse di intersezione dei due piani, cioè li riportiamo sul piano del quadro, abbiamo sull'orizzonte il punto di misura che non è altro se non il punto di vista ribaltato»⁷⁸. E poco più oltre: «Questo ribaltamento di un piano sull'altro è il procedimento che il Brunelleschi ha inventato, e del quale l'Alberti non farà che mettere in carta, abbastanza confusamente, una descrizione»⁷⁹.

Circa i contributi successivi al lavoro sulle tavole prospettiche riportato in questa Sezione⁸⁰, vari autori, pur menzionando il lavoro nella bibliografia, non ritengono di doverne utilizzare i risultati perché convinti, come alcuni degli autori visti in precedenza, che il procedimento, o i procedimenti, seguiti da Brunelleschi per tracciare le sue prospettive siano sostanzialmente tra quelli che verranno codificati dalla trattatistica successiva. Il fatto quindi che nella prima tavoletta tutto fosse nella stessa scala rispetto al vero, dallo scorcio del Battistero alla distanza di osservazione, non assume l'importanza che esso ha quando su di esso si fonda l'ipotesi di un diverso metodo usato da Brunelleschi per disegnare le sue prospettive.

A proposito della prima tavola prospettica Battisti⁸¹ conferma sostanzialmente i risultati che erano stati ottenuti eseguendo i calcoli sui dati del Biografo, calcoli che sono riportati nel seguito di questa Sezione. «Si è potuto rifare l'esperimento, mediante specchio e macchina fotografica, o mediante tavoletta e specchio. I risultati comprovano, assolutamente, l'esattezza del resoconto del Biografo. La tavoletta che corrisponde alla veduta reale è, com'egli dice, di mezzo braccio quadrato, con base equivalente a circa cm 36.6 e l'altezza uguale a circa 46.5 centimetri (lievi modifiche dipendono da varianti nell'altezza dell'orizzonte), l'angolo visivo è di circa 45°, il dipinto risulta in scala di 1:75, la distanza reale del riguardante dal Battistero è di 60 braccia, quella fra dipinto e specchio è perfettamente in scala, cioè è un braccio.»⁸².

Edgerton in un saggio dedicato essenzialmente alla prima tavola prospettica⁸³ sostiene la tesi che Brunelleschi abbia riscoperto i due punti notevoli della prospettiva, punto principale e punto di distanza, per via empirico-sperimentale e sul filo delle conoscenze scientifiche del suo tempo. Alcune considerazioni sulla prima tavola prospettica possono sembrare simili a quelle esposte nel saggio citato all'inizio e qui riprese, perché Edgerton si appoggia a «a ratio of nearly 1:1:1 between height, width, and viewing distance in regard to the building.»⁸⁴. Tale rapporto, tuttavia, è diverso per lo scorcio del *Battistero* sulla tavoletta perché si ha rapporto 1:1 tra altezza e larghezza del *Battistero* a una distanza dal punto di stazione pari a quella del suo asse, e non della faccia proximale.

Sulle dimensioni della tavoletta e le altre informazioni fornite dal Biografo troviamo: «We refer now back to Manetti's account to where biographer recalls Brunelleschi's picture as being about one-half *braccio* square. ... Of all things Manetti may have forgotten or misinterpreted about the experiment, he could hardly have mistaken the picture size.»⁸⁵.

⁷⁸ P. Sanpaulesi, *Brunelleschi*, cit., pp. 46-7.

⁷⁹ *ibid.* p. 47.

⁸⁰ R. Beltrame, *Gli esperimenti prospettici del Brunelleschi*, Acc. Naz. dei Lincei - Rend. Sc. Morali - Serie VIII, XXVIII, 3-4 (1973), pp. 417-68.

⁸¹ E. Battisti, *Filippo Brunelleschi*, Milano 1976. I problemi prospettici sono trattati alle pp. 102-13.

⁸² *ibid.*, p. 104.

⁸³ S.Y. Edgerton Jr., *Brunelleschi's First Perspective Picture*, «Arte Lombarda», 38/39, 1973, pp. 62-70; si veda anche dello stesso *The Renaissance Rediscovery of Linear Perspective*, New York, 1975.

⁸⁴ *ibid.*, p. 179.

⁸⁵ *ibid.*, p. 179.

Circa il procedimento seguito da Brunelleschi per disegnare la prima prospettiva troviamo: «Brunelleschi would first have drawn a plan of the eight sided *Baptistry* including his own eyepoint to scale. From this eyepoint on the plan he could have extended lines representing visual rays to all points on the *Baptistry* which are seen from the front. A similar scaled construction of the side elevation, also ruled with lines from the eyepoint, would be aligned with the above plan. Brunelleschi should next have determined the proper place in his visual pyramid where he wished to draw his intersection, and at the same distance in both scale diagrams he would draw lines, representing the edge of his little picture, through the visual rays.»⁸⁶. Come si può vedere abbiamo una sostanziale parafrasi della tesi di Vasari secondo cui il metodo fu di «*levarla con la pianta e profilo e per via della intersegaione*»⁸⁷.

A proposito della seconda tavola prospettica troviamo: «Brunelleschi's perspective construction of the *Palazzo Vecchio* in the second demonstration might very well have derived from the bi-focal method. In any case Brunelleschi did wish in this experiment to concentrate the viewer's attention on the two lateral vanishing point rather than on one central one, and therefore had need for a wider panel.»⁸⁸.

Sui motivi che avrebbero spinto Brunelleschi a disegnare le sue prospettive troviamo: «In what better way, in fact, could he prove that a perspective picture reproduced the very process of sight just as was believed by the old classical and medieval optical scientists? The peep-hole in the back of the panel, Brunelleschi might have explained, was like the pupil of the eye itself, while the mirror represented the sensitive surface of the *glacialis anterior*.»⁸⁹.

Damish⁹⁰ a proposito della prima tavoletta osserva che «rompant avec l'interprétation reçue, certain vaudraient que l'estimation (*circa*) porte, non pas sur le dimensions de la *tavoletta* mais sur sa surface ... ce qui correspondrait à un carré de 41 cm de côté ... encore que rien dans cette hypothèse n'oblige à tenir le panneau pour carré. Mais l'argument selon lequel cette interprétation serait mieux conforme à l'usage du temps est contredit par plusieurs témoignages contemporains.». In un saggio dedicato alla prospettiva brunelleschiana vista in un orizzonte antropologico di lungo periodo, egli ritorna poi alla tesi corrente sulla prima delle tavole prospettiche affermando che «... on doit admettre que le panneau utilisé par Brunelleschi avait la forme d'un carré de 25 à 30 centimètres de côté»⁹¹.

In entrambi i casi l'affermazione è appoggiata ad una definizione del braccio quadro come un quadrato di un braccio di lato, che è del tutto analoga a quella che noi diamo oggi di metro quadro, senza per questo ritenerci vincolati circa la forma della figura piana: un rettangolo avente lati lunghi rispettivamente due braccia e mezzo braccio ha ancora un braccio quadro di area. Inoltre l'area di un quadrato di mezzo braccio di lato è $0.5 \times 0.5 = 0.25$ braccia quadre e non mezzo braccio quadro. Come vedremo il Biografo parla di una tavoletta di circa mezzo braccio quadro e un braccio da panno fiorentino doveva essere attorno a 0.583 metri.

Kemp⁹² a proposito del metodo seguito da Brunelleschi per disegnare le prospettive elenca le varie soluzioni proposte e conclude esprimendo «.. una preferenza accentuata per l'adattamento da

⁸⁶ *ibid.*, p. 184.

⁸⁷ G. Vasari, *Le Vite de' più eccellenti pittori scultori e architettori - nelle redazioni del 1550 e 1568*, a cura di P. Barocchi e R. Bettarini, Firenze, Vol. III - Testo, 1971, p. 142. Il testo è quello dell'edizione del 1568. Nell'edizione del 1550, il passo presenta variazioni minime e inessenziali ai fini del nostro lavoro.

⁸⁸ S.Y. Edgerton Jr., *Brunelleschi's First Perspective Picture*, cit., p. 195.

⁸⁹ *ibid.*, p. 187.

⁹⁰ H. Damish, *L'origine de la perspective*, Flammarion, 1987, p. 101.

⁹¹ H. Damish, "La fissure", in AA. VV., *Filippo Brunelleschi 1377-1446*, EBA, Paris, 1985, p. 31. Questa posizione è condivisa anche da F. Salvemini, *La visione e il suo doppio. La prospettiva tra scienza e arte*, Laterza, Bari, 1990, pp. 45-46.

⁹² M. Kemp, *The Science of Art. Optical Themes in Western Art from Brunelleschi to Seurat*, Yale University Press, 1990.

parte di Brunelleschi del tipo di tecniche di rilevamento che sappiamo essere state a lui disponibili»⁹³.

Altri contributi, che vertono su aspetti particolari, saranno richiamati in nota nel corso delle pagine seguenti.

Ricostruzione della prima tavola prospettica⁹⁴

Solo per la prima delle due tavole prospettiche il testo del biografo fornisce dati sufficienti per ricavare induttivamente le dimensioni della tavoletta, la distanza del punto di vista e gli altri parametri che consentono di definire quantitativamente l'esperimento stesso. Infatti si tratta di un vero e proprio esperimento in senso moderno, perché oltre alla prospettiva erano fissate in modo vincolante, anche da un punto di vista quantitativo, le modalità con cui questa andava guardata.

Inoltre, sempre per la prima tavoletta, il biografo si qualifica fonte oculare - «*E io lo avuto in mano e ueduto piu uolte a mia dj e possone rendere testimonianza*» - lasciando nel contempo intendere con quel «*a mia dj*» che molto probabilmente all'epoca della stesura dello scritto la tavoletta non gli era più accessibile.

Questa circostanza mi ha indotto a considerare con molta cautela le fonti successive, Vasari compreso, e quindi a tentare una ricostruzione del primo esperimento basata soltanto sulla descrizione del Manetti.

Le deduzioni, come si è visto tra loro assai discordanti, che si riscontrano nella letteratura sulle tavole prospettiche del Brunelleschi consigliano quale primo passo un attento riesame del testo del biografo: un testo che, come avremo modo di verificare, si rivela una descrizione straordinariamente precisa ed analitica del primo esperimento.

Dopo aver precisato di intendere la prospettiva come:

«una parte di quella scienza che e in effetto porre bene e con ragione le diminuizioni e acrescimenti, che appaiono agli occhi degli huomini delle cose di lungi e d'apresso, casamenti, piani e montagnie e paesi d'ognj ragione e innognj luogo le figure e l'altre cose di quella misura che s'appartiene a quella distanza che le si mostrano di lungi»

il biografo afferma che Brunelleschi:

«Et questo caso della prospettiva nella prima cosa, in che e lo mostro, fu in una tauoletta di circha mezo braccio quadro, doue fecie una pittura assimilitudine del tenpio di fuorj di Santo Giouannj di Firenze.»

Per un'analisi quantitativa e una ricostruzione delle condizioni geometriche del primo esperimento, il dato che la tavoletta era di «*circha mezo braccio quadro*» è molto importante.

Quel «*quadro*», nel contesto, non può riferirsi a «*tauoletta*», si riferisce a «*braccio*». Quindi non può venir interpretato come una precisazione della forma della tavoletta sulla quale il biografo non fornisce indicazioni esplicite. Il braccio quadro era invece una misura di superficie in uso a Firenze; lo era all'epoca dell'introduzione del sistema metrico decimale e la troviamo citata nei documenti relativi alla costruzione di *Santa Maria del Fiore*, a quel tempo ancora Santa Reparata, già a partire dalla metà del '300. Da essi si deduce anche che il braccio quadro era ottenuto a partire dall'unità di misura lineare, il braccio⁹⁵, esattamente come accade nel nostro sistema metrico.

⁹³ *ibid.*, p. 383 della traduzione italiana.

⁹⁴ Questa sezione riporta senza modifiche di rilievo quanto esposto in R. Beltrame, *Gli esperimenti prospettici del Brunelleschi*, cit., pp. 417-38.

⁹⁵ Si veda C. Guasti, *S. Maria del Fiore*, Firenze, 1887, ad esempio: «Francesco Lippi. Chavò il terzo membro, senza mandare via la terra, braccia 9 a entro e 6 e 3; che sono quadre braccia 162. Murò il detto fondamento a entro braccia $\times \frac{1}{1}$, perché andò sopra terra, e lungho braccia 6 e largo 3, che sono quadre braccia 189» p. 115; il conteggio finale corrisponde al prodotto delle tre misure indiziando così un uso del termine anche per misure di volume. Inoltre: «operarii .. deliberaverunt

Nel primo esperimento prospettico del Brunelleschi la tavoletta aveva quindi un'area pari a circa la metà di un braccio quadro; l'averne precisato le dimensioni con una misura di area indizia che la tavoletta non fosse quadrata.

Le precisazioni proseguono puntuali, il Battistero era:

«ritratto per quanto se ne uede a uno sghuardo dallato di fuorj; e pare, che sia stato a ritrarlo dentro alla porta del mezo di Santa Marie del Fiore qualche braccia tre, fatto con tanta diligenza e gentilezza e tanto apunto co colorj de marmj bianchj et neri, che non e miniatore che l'auessi fatto meglio»

Ciò che dell'esterno del Battistero si vede da *«dentro alla porta del mezo di Santa Marie del Fiore qualche braccia tre»*, era rappresentato prospetticamente con ogni cura, in tutti i dettagli delle spartizioni della decorazione architettonica. Si trattava, come è facile verificare ponendosi nel punto di stazione indicato, di tre lati del Battistero: quello di fronte, dove è attualmente la ghibertiana Porta del Paradiso, e i due contigui, a 45°.

Circa il punto di stazione, che è un altro dato critico per la ricostruzione delle condizioni geometriche del primo esperimento, troviamo: *«e pare, che sia stato a ritrarlo dentro alla porta del mezo di Santa Marie del Fiore qualche braccia tre»*. Nella situazione attuale (ma si ricordi che la facciata è stata realizzata tra il 1871 e il 1887) ciò comporta una distanza dalla faccia prossimale del Battistero che, riportata a braccia fiorentine e arrotondata per eccesso all'intero più vicino, è pari a 60 braccia⁹⁶.

Il testo aggiunge ancora:

«Figurandoui dinanzi quella parte della piazza che ricieue l'occhio».

Il «ui» in posizione enclitica di quel *«Figurandoui»*, e quindi anche il *«dinanzi»*, si riferiscono chiaramente al Battistero: ne deduciamo che nella tavoletta era raffigurata anche parte della piazza antistante al Battistero, piazza che, come sappiamo da altra fonte, era stata lastricata alla fine del quarto decennio del '300⁹⁷.

Il passo che segue:

«cosi uerso lo lato dirinpetto alla Misericordia insino alla uolta e canto de Pecorj cosi da lo lato della colonna del miracolo di Santo Zanobi insino al canto alla Paglia»

quod pro dicto opere ematur terrenum cum casolario et fundamento de Adimaribus positum in populo Sancti Christofani del Corso de Florentia prope plateam Sancte Reparate .. in summa reducta sunt quingenta septuaginta brachia quadre. Pro pretio qodlibet brachio dicti terreni ad dictam mensuram libre unius et denarios duos f.p.» p. 235; «operarii .. promiserunt .. dare et solvere eisdem magistris pro qodlibet brachio quadro muri totius dicti pilastris et laborerii sic perficiendi soldos duos te denarios duos f.p.» p. 252; «describatur pro quot brachiis quadris dicti terreni sit creditor dicti operis, et pretium habere debeat» p. 256; «habere debeant a dicto opere et camerario dicti operis, pro salario et mercede dicti laborerii, denarios vigintisex f.p. pro quolibet brachio quadro dicti muri taliter construendi» p. 263; «Operarii ... deliberaverunt quod camerarius det et solvat Bonaiuto Landi lignaiuolo, pro pretio graticularum per eum factorum venditarum et traditarum dicto operi apud scalas cappelle Sancti Zenobii in dicta ecclesia florentina, ad rationem librarum trium pro brachio quadro, libras sexaginta sex f.p.» p. 265. Non intendo avanzare alcun argomento circa la data di introduzione di un tale sistema di misura; leggendo i documenti riportati dal Guasti ho avuto modo di constatare che il «braccio quadro» era una misura di area in uso a Firenze assai prima che il biografo si ponesse a scrivere la *Vite*, ed è quanto basta per la nostra discussione. Altre conferme di quest'uso si hanno, per il periodo del Brunelleschi, dai documenti relativi alla costruzione dello Spedale degli Innocenti (M. C. Mendes Atanasio e G. Dallai, *Nuove indagini sullo Spedale degli Innocenti a Firenze*, «Commentari», XVII (1966), Docc. XVIII e XXIII e pp. 103-4).

⁹⁶ Il dato coincide con quello proposto dal Krautheimer (R. Krautheimer, *loc. cit.*, nota 19 a p. 235). Misurando l'attuale distanza del filo interno della soglia della porta centrale del Duomo dalla ghibertiana Porta del Paradiso egli aveva trovato 32.80 m; aggiungendo 3 braccia a 1/3 - 2.04 m - arriva a 34.84 m, cioè 20 cm meno di 60 braccia. Il rapporto di conversione è fatto uguale a quello che si aveva all'epoca dell'introduzione del sistema metrico decimale, cioè: 1 braccio fiorentino = 0,584 m. L'adozione di tale rapporto nel corso del lavoro è giustificata dal fatto che le misure del Battistero sono tratte da G. Del Rosso, *Ricerche storico-architettoniche sopra il singolarissimo tempio di S. Giovanni*, Firenze, 1820, dove le misure sono espresse in braccia fiorentine aventi col metro il rapporto prima indicato. La verifica a cui verranno sottoposti i valori numerici che si deducono dal calcolo, conferma indirettamente anche la bontà di questa assunzione. Sul rapporto tra metro e braccio nelle architetture brunelleschiane si veda anche: L. Benevolo, S. Chieffi, G. Mezzetti, *Indagini sul S. Spirito di Brunelleschi*, «Quaderni dell'Ist. di Storia dell'Architettura dell'Univ. di Roma», XV (1968), pp. 1-52; a pp. 2-6.

⁹⁷ Dalla Tosa, «Annali», riportato in C. Guasti, *loc. cit.*, p. 53.

è da intendersi legato per coordinazione e ciò che precede: indica quindi che la rappresentazione della piazza si estendeva anche ai lati del Battistero. E doveva trattarsi soltanto del suolo, come si deduce dal tipo di legame sintattico impiegato e dalla frase: «*cosi uerso lo lato dirinpetto alla Misericordia*», frase che esclude vi fosse raffigurata la Misericordia, trovandosi questa a fianco della Loggia del Bigallo⁹⁸.

Se ne deduce anche che le due indicazioni: «*insino alla uolta e canto de Pecorj*» e «*insino al canto alla Paglia*» precisano l'apertura della veduta nel piano orizzontale.

Ciò che segue nel testo:

«e quanto di queluogho si uede discosto, e per quanto s'aueua a dimostrare di cielo, coe che le muraglie del dipinto stanpassono nella aria, messo d'ariento brunito, accio che l'aria e cielj naturalj ui si specchiassono drento»

solleva qualche problema interpretativo.

Una certa dissimmetria tra le due coordinate - nella prima manca il «*per*» prima di «*quanto*» - può avallare una lettura in cui la prima sia retta dal «*Figurandoui*» che precede l'inciso. In tal caso risulterebbero rappresentate anche le fronti dei palazzi retrostanti il Battistero, per quanto risultavano visibili dal punto di stazione prescelto nel tratto tra la volta dei Pecori e il canto alla Paglia. Assai poca cosa tuttavia, a giudicare dalla pianta del Carocci⁹⁹. Ma il biografo, così preciso, non li menziona affatto.

Nel descrivere la prima tavoletta esordisce infatti dicendo: «*fecie una pittura assimilitudine del tenpio di fuorj di Santo Giouannj di Firenze*», mentre per la seconda tavola scrive:

«Fecie di prospettiua la piazza del palagio de Signori di Firenze con cio che ue su e d'intorno, quanto la uista serue; stando fuorj della piazza o ueramente al parj lungho la faccia della chiesa di Santo Romolo, passato el canto di Calimala Francescha, che riescie in su detta piazza poche braccia uerso Orto Santo Michele. Donde si guarda il palagio de Signori, in modo che due faccie si uegono intere: quella che uolta uerso ponente e quella che e uolta uerso tramontana; che e una cosa marauigliosa a uedere quello che pare insieme con tutte le cose, che racchoglie la uista in quello luogho.»

Se non possiamo concludere con certezza circa l'inclusione nella prima tavoletta delle fronti dei palazzi retrostanti il Battistero, resta in ogni caso escluso che vi fossero raffigurati i lati destro e sinistro della piazza.

Se poi nella prima tavola prospettica erano raffigurati i palazzi retrostanti il Battistero, le considerazioni che verranno svolte in seguito trovano un motivo ulteriore di conferma. L'analogia tra i problemi posti dalle due tavole risulterebbe in tal caso più stretta di quanto potrebbe far pensare la forma regolare del Battistero, poiché la facciata di tali palazzi non era parallela al lato frontale del Battistero¹⁰⁰.

Il passo che si riferisce al cielo è invece chiarissimo e non dà adito a dubbi interpretativi. Anche la successiva descrizione non lascia dubbi di natura filologica e fornisce altre preziose informazioni per la ricostruzione delle condizioni geometriche del primo esperimento:

«laquale dipintura, perchel dipintore bisogna che presuponga uno luogo solo, donde sa a uedere la sua dipintura si per alteza e basseza e da lati come per discosto, accio che non si potesse pigliare errore nel guardarlo, che in ognj luogho, che s'escie di quello, a mutare l'apparizionj dello occhio egli aueua fatto un buco nella tauoletta, dou'era questa dipintura, che ueniua a essere nel dipinto dalla parte del tenpio di Santo Giouannj, in quello luogo

⁹⁸ Si veda ad esempio G. Carocci, *Il centro di Firenze, nel 1427*, in «Studi storici sul centro di Firenze», Firenze, 1889, a pp. 74-75.

⁹⁹ G. Carocci, *loc. cit.*, p. 16. Si veda anche J. White, *The Birth and Rebirth of pictorial Space*, *cit.*, p. 115.

¹⁰⁰ G. Carocci, *loc. cit.*, p. 16.

doue percoteua l'occhio al diritto di chi guardaua da quello luogo dentro alla porta del mezo di Santo Maria del Fiore, doue si sarebbe posto se l'auesse ritratto. Elquale buco era piccolo quanto una lenta da lo lato della dipintura e da rouescio si rallargua piramidamente, come fa uno cappello di paglia da donna, quanto sarebbe el tondo d'uno ducato o poco piu»

Il foro era quindi praticato là dove l'asse principale della visione, dal punto di stazione prescelto, incontrava la faccia prossimale del Battistero. Prosegue poi il biografo:

«e uoleua, che l'occhio si ponessi da rouescio, dond'egli era largho, per chj l'auessi a uedere, e con l'una mano s'accostassi allo occhio et nell'altra tenessi uno specchio piano al dirinpetto, che ui si ueniua a specchiare dentro la dipintura»

Dunque la tavoletta andava osservata riflessa in uno specchio piano «al dirinpetto»; precisazione quest'ultima volta ad indicare che lo specchio andava tenuto parallelo alla tavoletta.

Segue un passo assai ricco di informazioni:

«e quella dilatione dello specchio dall'altra mano ueniua a essere la distanza uel circha di braccia piccholine quanto a braccia uere daluogho, doue mostraua essere stato a ritrarlo, per insino al tenpio di Santo Giouanni»

La preoccupazione del biografo di dirci che la distanza dello specchio che doveva riflettere la tavoletta era in un rapporto numericamente predeterminato con quella della visione effettiva del Battistero dal punto di stazione indicato, suggerisce che la geometria dell'esperimento ripettesse, in scala, quella della situazione effettiva.

Dovremo quindi verificare se nel guardare la prima tavola prospettica si volevano conservati gli angoli sotto cui i vari elementi erano visti al vero dal punto di stazione scelto. E questa notazione, che vedremo confermata dall'analisi quantitativa dell'esperimento, si rivelerà di grande importanza per la discussione sul metodo impiegato da Brunelleschi per tracciare le sue prospettive.

Lo schema geometrico del primo esperimento prospettico brunelleschiano quale si deduce dalla descrizione del biografo è quello indicato in Figura B1, dove ho supposto che il foro non fosse al centro della tavoletta, tenendo conto dell'affermazione del Manetti:

«egli aueua fatto un buco nella tauoletta, dou'era questa dipintura, che ueniua a essere nel dipinto dalla parte del tenpio di Santo Giouannj, in quello luogo doue percoteua l'occhio al diritto di chi guardaua da quello luogo dentro alla porta del mezo di Santo Maria del Fiore, doue si sarebbe posto se l'auesse ritratto».

Vasari tace su questo particolare e, solo molto più tardi, nel Baldinucci, troviamo l'affermazione:

«fece Filippo un foro nel mezzo della pittura» ¹⁰¹.

Il foro si «rallargaua piramidamente» sul retro della tavoletta permettendo all'occhio di chi guardava di avvicinarsi il più possibile al piano della pittura. A parità di apertura del campo da concedere alla visione si poteva così avere un foro più piccolo; ma la condizione che l'occhio si potesse considerare nel piano della pittura dava origine, nella configurazione adottata dal Brunelleschi, alla più semplice relazione possibile tra la scala della distanza dello specchio e quella del disegno sulla tavoletta.

Quando l'occhio è nel piano della pittura la sua distanza dallo specchio coincide con quella dello specchio dalla tavoletta; le leggi di riflessione degli specchi piani ci dicono allora che, a parte l'inversione della destra con la sinistra, l'esperimento con l'interposizione dello specchio era geometricamente equivalente ad uno in cui, tolto lo specchio, un tracciato delle medesime dimensioni

¹⁰¹ G. Baldinucci, *Vita di Filippo di Ser Brunellesco*, edita da D. Moreni, Firenze, 1812, p. 171.

di quello dipinto sulla tavoletta fosse posto a distanza doppia di quella a cui era situato lo specchio.

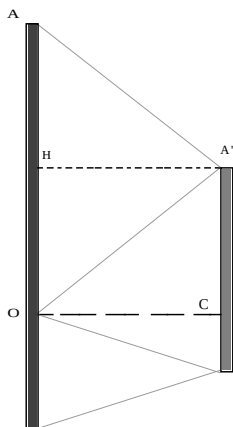


Figura B.1 - Schema ottico-geometrico della prima tavola prospettica.

La condizione che l'occhio si trovasse nel piano del dipinto era assai comoda per impostare l'esperimento e calcolare le varie scale, ma era poco realizzabile nella pratica, a meno di praticare un foro piuttosto grande nella tavoletta. L'occhio doveva trovarsi un poco arretrato rispetto al piano del dipinto. Nel seguito dello scritto mi riferirò per comodità allo schema teorico, con occhio supposto nel piano del dipinto.

Il biografo sembra sottile conoscitore delle leggi della riflessione e della dinamica del primo esperimento prospettico brunelleschiano, non ci dice tuttavia come si fosse regolato il Brunelleschi: se cioè avesse deciso di dare allo specchio le dimensioni che gli competevano in base alla distanza a cui andava posto, oppure utilizzasse uno specchio un poco più grande.

Per poter eseguire una verifica numerica e ricavare un valore per la scala di rappresentazione, ho fatto l'ipotesi che il disegno prospettico del Battistero e del tratto di piazza antistante risultasse iscritto in un rettangolo di area pari a mezzo braccio quadro. A parte le conferme che trarremo in seguito da una valutazione dei risultati così ottenuti, la supposizione appare assai fondata quando si consideri che, nel piano orizzontale, l'angolo sotteso dal Battistero è di pochi gradi inferiore a quello sotteso dal tratto tra la volta dei Pecori e il canto alla Paglia, che, come abbiamo visto, delimitavano l'ampiezza della veduta.

La distanza tra due facce opposte del Battistero è infatti pari a 57 braccia; dal punto di stazione situato a 60 braccia dalla faccia prossimale il Battistero sottende quindi nel piano orizzontale un angolo di 41° . La distanza del punto di vista non risulta un parametro eccessivamente critico: ad esempio, aumentando di 3 braccia tale distanza, l'angolo diminuisce di circa 1.7° , e diminuendo di 3 braccia tale distanza, l'angolo aumenta di circa 1.3° . Per analoghi motivi non si è tenuto conto nel calcolo del disallineamento tra asse della Cattedrale e asse del Battistero¹⁰²: esso non ha effetto sui risultati del calcolo qui esposto.

Il tratto tra la volta dei Pecori e il canto alla Paglia sottendeva, secondo White, dallo stesso punto di stazione un angolo di circa 45° ¹⁰³. Le incertezze nella determinazione di quanto si estendesse la tavoletta ai lati della raffigurazione del Battistero fornirebbero un migliore grado di ap-

¹⁰² H. Saalman, *loc. cit.*, nota 20 a p. 131, indica un disallineamento di circa mezzo metro. Vagnetti indica un disallineamento circa doppio, L. Vagnetti, "La posizione di Filippo Brunelleschi nell'invenzione della prospettiva lineare. Precisazioni e aggiornamenti", in *Filippo Brunelleschi. La sua opera e il suo tempo*, Atti del Conv. Int. di Studi, Firenze 16-20 ott. 1977, Ed. Centro Di, Firenze, 1980, pp. 279-306.

¹⁰³ Il risultato è in accordo con la ricostruzione in pianta della piazza pubblicata dallo White (J. White, *loc. cit.*, fig. 4 a p. 115).

prossimazione soltanto fittizio, preferisco far rientrare la differenza di qualche grado in quel «circa» con cui il biografo accompagna la precisazione dell'area della tavoletta.

h_v	h_2	h	h_r	scala
4	48.1	62.0	0.83	74.37
5	47.5	61.4	0.83	74.01
6	46.7	60.6	0.82	73.52
7	46.1	60.0	0.82	73.16
8	45.4	59.3	0.82	72.73
9	44.7	58.6	0.81	72.30
10	44.1	58.0	0.81	71.93
11.5	43.0	56.9	0.80	71.24

Tabella 1 - Valori della scala per una tavoletta di 1/2 braccio quadro e diverse altezze del punto di vista (le misure lineari sono in braccia)

Mi è parso poi assai problematico ipotizzare la pendenza dello spiazzo antistante il Battistero al tempo del Brunelleschi, per questo, qui e di seguito ho preferito condurre il calcolo per diverse altezze della linea d'orizzonte rispetto alla base del Battistero, a partire da una quota di 4 braccia dal filo inferiore della base del Battistero¹⁰⁴ sino a una quota di 11.5 braccia, corrispondente alla cornice del primo ordine. In tal modo è anche possibile avere un'idea della dispersione dei valori della scala che scaturiscono dal calcolo. Questa, come si può vedere dalla Tabella 1, è molto piccola. Tale parametro, quindi, non è eccessivamente critico.

Nel calcolo:

- h_v è l'altezza del punto di vista dal filo inferiore del Battistero;
- h_2 è la massima quota apparente sopra la linea di orizzonte alla distanza di 60 braccia;
- h_1 è la massima quota apparente sotto la linea di orizzonte alla distanza di 60 braccia;
- $h = h_1 + h_2$ è la massima altezza da rappresentare sulla tavoletta;
- h_r è l'altezza delle rappresentazione del Battistero sulla tavoletta supponendo che risulti iscritta in un rettangolo di area pari a 1/2 braccio quadro.

Per il calcolo di h_1 si è considerata l'attuale estensione del sagrato del Duomo, pari a circa 8 m (13 braccia circa) da un punto di stazione situato a 60 braccia dalla faccia prossimale del Battistero¹⁰⁵. In tal caso, supposto il punto di vista 3 braccia (1.75 m circa) sopra il livello del sagrato abbiamo:

$$h_1 = 3 (60/13) = 13.85 \text{ braccia}$$

Tenuto conto dell'altezza del Battistero, 75 braccia alla palla della lanterna, e della distanza del centro dell'ottagono dalla faccia prospiciente il Duomo, 57/2 braccia,¹⁰⁶ h_2 è dato da:

$$h_2 = \frac{75 - h_v}{60 + 75/2} 60$$

La distanza b_1 dello spigolo delle facce a 45° del Battistero dalla faccia prossimale è data da:

¹⁰⁴ La quota di 4 braccia è molto vicina all'altezza del punto di vista di un uomo alto 3 braccia supponendo una sopraelevazione del piano del pavimento di circa 0.75 m (R. Krautheimer, *loc. cit.*, p. 235).

¹⁰⁵ R. Krautheimer, *loc. cit.*, p. 235.

¹⁰⁶ G. Del Rosso, *loc. cit.*

$$b_1 = 57/2 - 23.6/2 = 16.7 \text{ braccia}$$

dove $57 \tan 22.5^\circ = 23.6$ braccia è la larghezza delle facce del Battistero. Possiamo quindi calcolare la larghezza scorciata del Battistero, che è data da:

$$b = 57 \cdot 60 / (60 + b_1) = 44.6 \text{ braccia}$$

Detta b_r la larghezza scorciata del Battistero nella scala della tavoletta e h_r l'analoga altezza, il calcolo viene allora condotto supponendo che l'area della tavoletta, supposta esattamente 0.5 braccia quadre, sia data da:

$$h_r \cdot b_r = 0.5$$

ed essendo:

$$h/b = h_r / b_r$$

si ha sostituendo:

$$h_r = \sqrt{0.5 \frac{h}{b}}$$

da cui è poi possibile calcolare la scala h/h_r

I valori della scala sono di poco più bassi di 1:75. Il valore 1:75 diventa allora molto plausibile quando si tenga conto che sulla tavoletta era raffigurata una zona un poco più ampia di quella su cui abbiamo condotto i calcoli, e che i valori alti per la linea di orizzonte sono molto lontani da quelli presumibilmente usati da Brunelleschi.

Il biografo dice che il buco da cui andava osservata la tavoletta riflessa nello specchio

«era piccolo quanto una lenta da lo lato della dipintura»

e per *«lenta»* potrebbe intendersi lente oppure lenticchia.

Dalla Tabella 1 ricaviamo che alla distanza di 60 braccia dovevano essere visibili 47 braccia, quindi un angolo visivo di 38° verso l'alto; 14 braccia, quindi un angolo visivo di 14° verso il basso e, come abbiamo visto, di 22° a sinistra e a destra nel piano orizzontale.

Adottando i dati numerici relativi al cosiddetto occhio ridotto (punto nodale 7.19 mm dietro il vertice della cornea e quindi 8 mm dietro il piano della tavoletta), per rendere possibili gli angoli visivi indicati in precedenza sono necessarie le aperture teoriche seguenti: $14/60 = 0.23$ quindi $8 \cdot 0.23 = 1.84$ mm verso il basso, $47/60 = 0.78$ quindi $8 \cdot 0.78 = 6.24$ mm verso l'alto, $\tan 23^\circ = 0.425$ quindi $8 \cdot 0.43 = 3.44$ mm a destra e a sinistra; le quote sono riferite al raggio principale.

Il calcolo di questi angoli e delle quote corrispondenti per le aperture ha tuttavia un interesse molto limitato ai fini della nostra discussione.

La tavoletta aveva forma rettangolare, mentre il campo visivo ha una forma pressoché circolare nelle condizioni di visione monoculare e di assenza di grandi movimenti del bulbo oculare proprie del primo esperimento prospettico brunelleschiano. Un foro che lasciasse vedere chiaramente i bordi della tavoletta avrebbe vanificato l'effetto illusivo così lucidamente perseguito da Brunelleschi con la scelta della riflessione nello specchio piano e con l'adozione della medesima scala per la rappresentazione del Battistero e per i cammini ottici della riflessione nello specchio piano. Tutto questo anche se, a mio avviso, era la mimesi delle condizioni della riflessione nello specchio piano ad interessare Brunelleschi, cioè riportare i "raggi visuali" ad assumere la stessa configurazione nello spazio che essi avevano nella visione al vero dal punto di stazione indicato dal biografo; l'effetto illusivo conseguiva, come per la riflessione in uno specchio.

Ritengo perciò di poter concludere che il foro avesse un diametro tale da evitare una visione troppo nitida dei bordi della tavoletta quando si guardava

«in quello luogo doue percoteua l'occhio al diritto di chi guardava da quello luogo dentro alla porta del mezo di Santo Maria del Fiore, doue si sarebbe posto, se l'avesse ritratto».

Un foro attorno ai 7 mm di diametro¹⁰⁷ diventa molto plausibile alla luce delle considerazioni esposte, e il biografo si rivela ancora una volta accurato e preciso nelle sue informazioni.

Era ovviamente possibile sbirciare lateralmente o verso l'alto, aumentando così strumentalmente l'angolo visivo, ma la svasatura conica prevista dal Brunelleschi sul retro della tavoletta doveva ostacolarlo non poco, confermandoci nell'idea che Brunelleschi avesse immaginato il suo esperimento pensando l'occhio fermo.

In ogni caso lenti erano impiegate per occhiali sicuramente sin dalla metà del '300 - ne troviamo un documento iconografico negli affreschi di Tommaso da Modena a Treviso, nella Sala Capitolare del convento presso San Nicolò - e lenti di minor diametro e di più alto potere diottrico potevano essere impiegate per lavori di glittica e di oreficeria. Un'altra testimonianza, anche questa della seconda metà del XIV secolo, è nel *De intellectu et intellegibili* di Teodorico di Freiberg¹⁰⁸.

L'altro riferimento del biografo al «tondo d'uno ducato o poco più» per il foro che si allargava sul retro della tavoletta, non pone problemi. Al tempo in cui scriveva il biografo i conii dei ducati avevano diametri di 23 mm a Venezia, e attorno allo stesso valore a Milano¹⁰⁹.

h _v braccia	area braccia ²	base		altezza	
		braccia	cm	braccia	cm
4	0.492	0.595	34.8	0.827	48.3
5	0.487	0.595	34.8	0.819	47.8
6	0.481	0.595	34.8	0.808	47.2
7	0.476	0.595	34.8	0.800	46.7
8	0.470	0.595	34.8	0.791	46.2
9	0.465	0.595	34.8	0.781	45.6
10	0.460	0.595	34.8	0.773	45.2
11.5	0.451	0.595	34.8	0.759	44.3

Tabella 2 - Dimensioni della rappresentazione del Battistero in scala 1:75 per diverse altezze del punto di vista

Nella Tabella 2 si sono ricalcolate le dimensioni della rappresentazione del Battistero con le stesse ipotesi del calcolo precedente supponendo ora di tenere la scala pari a 1:75, che è un valore numerico semplice, e facendo variare l'altezza della linea d'orizzonte. Come si vede, i valori dell'area della tavoletta presentano una dispersione assai piccola e si riconferma che l'altezza della linea d'orizzonte non risulta un parametro particolarmente critico.

Il risultato conferma appieno la bontà della descrizione del Manetti, soprattutto se si ricorda che:

- la tavoletta era un poco più larga di quanto fosse necessario per raffigurarvi il Battistero poiché Brunelleschi vi aveva raffigurato anche parte della piazza;
- i valori alti della linea di orizzonte sono poco realistici e sono stati tabulati per avere un'idea della dispersione dei risultati.

Ne esce anche confermato il valore 1:75 per la scala.

Non stupisce che la tavoletta risulti rettangolare, come già si poteva arguire dall'indizio forni-

¹⁰⁷ Su questo punto si veda anche N. Pastore, *On Brunelleschi's perspective 'experiments' or demonstrations*, «Italian Journal of Psychology», 6, 1979, pp. 157-80; e la nota 33 del lavoro di S.Y. Edgerton Jr., *Brunelleschi's First Perspective Picture*, cit., p. 181.

¹⁰⁸ Si veda Krebs, *Meister Dietrich. Sein Leben, seine Werke, seine Wissenschaft*, Münster i. Westf., 1906, p. 193.

¹⁰⁹ Si veda il *Corpus Nummorum Italicorum*.

toci dal biografo quando ne precisa le dimensioni attraverso una misura di area. Né stupisce che le misure dei lati non siano espresse da numeri semplici: l'analisi quantitativa che abbiamo condotto a partire dai dati fornitici dal biografo rende molto plausibile che Brunelleschi avesse fissato preliminarmente la scala dell'esperimento, per cui le dimensioni della tavoletta diventavano qualcosa che scaturiva automaticamente alla fine del lavoro.

Passando alla distanza dello specchio dalla tavoletta il biografo afferma che:

«quella dilatione dello specchio dall'altra mano ueniua a essere la distanza uel circha di braccia piccholine quanto a braccia uere daluogho, doue mostraua essere stato a ritrarlo, per insino al tenpio di Santo Giouanni»

Il Manetti menziona altre volte le *braccia piccholine*. A proposito della facciata dello Spedale degli Innocenti è detto:

«E fra gli altrj, che mi cominciero a de primj di Firenze, e fu richiesto del fare el portico dello spedale degli Innocientj da l'arte e uniuersita di Porta Santa Maria, che ne sono padronj e anone la cura, delquale portico era a bastante el disegno solo senza modello di legniam e cosi fecie; e di quanto e fu richiesto su quello spazio che inportaua sopra el portico e da ciascuno de latj del portico uno spazio solo, che era messo in mezo tra due pilastrij di macignio acchanalatj, di che e dette loro el disegno apunto misurato a braccia picchole. Elquale (c. 308 r) disegno in propria forma e ancora nella udiencia de consolj della detta arte, doue sono uarie e molte belle considerationj e per pochj intese le cagionj; e a boccha mostro a maestrj di murare et aglj scarpellinj e cosi e cierti cittadinj, chapi della arte e operaj diputati a tale cosa, perche per uno tenpo egli era forzato douere stare al-troue.»

Dai rilievi condotti sulla facciata dello Spedale degli Innocenti¹¹⁰ si ricava che essa si estende per 87.59 m. Adottando per il braccio la lunghezza di 0.584 m sin qui impiegata, la sua estensione è pari a 150 braccia a meno di 1 cm. Una conferma assai forte del valore calcolato sopra.

Sempre da questi rilievi, l'interasse tra le colonne risulta 5.85 m, 1 cm in più rispetto a 10 braccia. L'interasse tra i pilastri nei due tratti adiacenti al portico è rispettivamente: 7.60 m - 8 mm in più rispetto a 13 braccia - per il tratto a sinistra di chi guarda la facciata, e 7.86 m - 2.4 cm in meno rispetto a 13.5 braccia - per il tratto di destra. La base dei pilastri, non quotata nel rilievo, è, nei limiti degli errori di lettura, 1 braccio e 3/4. In tutto quindi 14 braccia e 3/4 per il tratto a sinistra e 15 braccia e 1/4 per quello di destra.

La luce totale del portico è pari a 53 m circa, cioè 3/4 di braccio in più rispetto a 90 braccia. Quando si considerino i problemi posti dal raccordo colonna pilastro alle due estremità del portico, e gli inevitabili errori sia nella messa in opera che nel rilievo, ne esce il seguente semplice e rigoroso proporzionamento teorico.

Adottando per il rapporto tra braccia vere e braccia piccole il valore 1:150 calcolato in precedenza, il disegno della facciata risultava lungo 1 braccio. A 15 braccia corrispondeva sul disegno 1/10 di braccio e a 90 braccia corrispondevano 6/10 di braccio. Quindi, diviso 1 braccio in 10 parti, le 6 centrali spettavano al portico vero e proprio e le due adiacenti ai tratti spartiti tra i pilastri¹¹¹. Un'idea tipicamente brunelleschiana nel secco rigore delle proporzioni e che suggerisce uno studio condotto interamente sulla carta con un sistematico impiego della rappresentazione in scala. Siamo già di fronte ad un progetto in senso moderno.

Di errori di esecuzione nel manufatto realizzato parla del resto esplicitamente il Manetti:

«Delquale luogho tornando, el portico era fatto nella forma, che gli e al presente, che dette a Filippo grandi dispiacierj, perche in molte cose n'erano usciti. E non parendo a qualcuno

¹¹⁰ C. von Stegman, H. von Geymüller, *The Architecture of the Renaissance in Tuscany*, New York, Vol. I, p. 7.

¹¹¹ R. Beltrame, *Sul proporzionamento nelle architetture brunelleschiane*, «L'Arte», 18-19/20 (1972), p.105-8.

di queglij operaj per aroganza, non essere di meno autorita di Filippo, l'auouano fatto, stimando, che Filippo lo lodassj, e non lodandolo, di poterlo difendere, che le stessono bene. Il perche Filippo biasimando delle cose, massime uno di loro, quello che aueua piu errato, si reco alla difesa. Sonvj piu mancamenti principalj et molti evidentj, da quel disegno discrepanti, che Filippo aueua lascato, che ancora si possono uedere chi gli ricercassj: L'uno e nel fregio, che ua sopra gli archi del portico; l'altro e nello architraue, cosi in due finestre e menbrj di pilastrellj, che doueuan muouere in su la cornicie, che u' e per dauanzale delle finestre, et andauano a sostenere la cornicie; laquale cornicie doueua apparire, doue e oggi la gronda del tetto. Così una agunta di muramento, fatto dallo lato di uerso mezo dj, che appariscie di fuorj lungho la faccia del portico, nel quale e s'escie delle proportionj di Filippo oltre allo erore della giunta; ed e uj uno architraue, che si uolgie alla ingiu e ua insino in su la risegha dello edificio.»¹¹²

e alcuni degli errori toccano proprio il proporzionamento previsto dal Brunelleschi.

In alzato, poi, troviamo che la quota della cornice che corre, sopra gli archi e i pilastri, per tutta l'estensione della facciata è, rispetto al pavimento del portico, di 15 braccia e 1/2.

Di braccia piccole il Manetti parla ancora e, benché non sia riuscito a trovare riscontri in tal senso, sembra trattarsi di una unità di misura che era impiegata nei modelli lignei delle architetture. A proposito del Santo Spirito è detto:

«e gli dettono commissione, che facesse o facesse fare un modello di legname (c. 48 r) a braccia piccole»¹¹³

Su un possibile legame della pianta del Santo Spirito con il rapporto 1:150 ho esposto alcune considerazioni in uno dei lavori citati all'inizio, a cui rimando perché esse ci porterebbero fuori dall'argomento qui trattato¹¹⁴.

Un'altra coincidenza molto significativa ci viene infine dal modello ligneo della lanterna per la cupola di Santa Maria del Fiore conservato al Museo dell'Opera del Duomo di Firenze. Esso risulta in scala 1:75 rispetto alla cupola realizzata proprio nelle misure dell'ottagono di base, vincolate dall'accoppiamento all'anello poligonale di chiusura della cupola¹¹⁵.

Se si adotta il rapporto tra braccia vere e braccia piccole di 1:150, la scala del disegno sulla tavoletta riferita alle *braccia piccholine* risulta quindi di 2 braccia piccole per ogni braccio vero.

In queste stesse ipotesi la testimonianza del biografo circa la distanza dello specchio dalla tavoletta si rivela ancora una volta di una precisione straordinaria. Il doppio di tale distanza, nella scala del disegno, era pari alla distanza del punto di stazione dalla faccia prossimale del Battistero.

La distanza ottimale dello specchio risulta allora $60/150 = 0.4$ braccia (circa 23 cm) e le dimensioni di questo dovevano essere al minimo la metà di quelle della tavoletta. Dimensioni dello specchio pari esattamente a quelle volute dalle condizioni ottico-geometriche dell'esperimento ne avrebbero facilitato la collocazione alla distanza corretta.

Abbiamo visto che nella teorizzazione della riflessione su uno specchio piano la distanza a cui viene pensato l'oggetto è il doppio della sua distanza dallo specchio. Questo risultato è valido

¹¹² H. Saalman, *loc. cit.*, p. 97.

¹¹³ H. Saalman, *loc. cit.*, p. 125.

¹¹⁴ R. Beltrame, *Sul proporzionamento nelle architetture brunelleschiane*, *cit.*, p. 116.

¹¹⁵ Da uno studio di Sanpaulesi (P. Sanpaulesi, *La lanterna di S. Maria del Fiore e il suo modello ligneo*, «Boll. d'Arte», XLI (1956), p. 29) ricaviamo che la distanza tra i lati opposti dell'ottagono inferiore della base è 23.6 m al vero e 31.5 cm sul modello (v. pp. 22-23). Quindi la scala sarebbe 1:75. Le altre quote danno rapporti diversi, ma Sanpaulesi osserva che il modello mostra un proporzionamento differente da quello della lanterna costruita. Sul modello ligneo della lanterna si veda anche: L. Becherucci, G. Brunetti, *Il Museo dell'Opera del Duomo di Firenze*, Milano, 1970, Vol. II, pp. 211-14.

purché siano soddisfatte alcune condizioni¹¹⁶, e queste sono pienamente soddisfatte nel primo esperimento prospettico brunelleschiano. Quindi nell'esperimento la faccia frontale del Battistero era vista ad una distanza che era il doppio di quella dello specchio dalla tavoletta. Usando il linguaggio dell'ottica geometrica concludiamo quindi che la distanza dall'occhio dell'immagine virtuale della faccia prossimale del Battistero veniva ad essere nella stessa scala del disegno sulla tavoletta rispetto alla distanza del punto di stazione dal Battistero.

Preferisco però formulare la conclusione in modo diverso e sottolineare come l'analisi numerica dei dati del primo esperimento, l'unico per cui possediamo dati quantitativi sufficienti alla sua ricostruzione, permette di ipotizzare che per esso si fosse previsto di conservare gli angoli sotto cui i vari elementi rappresentati erano traggiunti al vero dal punto di stazione prescelto; cioè che guardando il tracciato prospettico disegnato da Brunelleschi sulla tavoletta con le modalità da lui imposte, i vari elementi raffigurati sarebbero stati traggiunti sotto gli stessi angoli secondo cui erano traggiunti al vero dal punto di stazione prescelto.

Questa circostanza, che seguendo la fonte abbiamo dedotto a posteriori, individua a mio avviso il possibile elemento generatore delle prospettive brunelleschiane e sarà quindi fondamentale per la discussione sul metodo impiegato da Brunelleschi per tracciare le sue prospettive.

Possiamo anche presentare in modo un poco diverso i risultati sin qui raggiunti a proposito della prima tavola prospettica del Brunelleschi. Possiamo cioè partire dall'affermazione del biografo secondo cui la distanza dello specchio dalla tavoletta, misurata a braccia piccole, era pari alla distanza, misurata a braccia vere, del luogo dove «mostrava essere stato a ritrarlo» dalla faccia frontale del Battistero. La trattatistica sulla riflessione nello specchio piano pone, nelle condizioni dell'esperimento, l'oggetto virtuale al di là dello specchio ad una distanza pari a quella dell'oggetto dallo specchio. Per la profondità abbiamo quindi una scala di 2 braccia piccole per ogni braccio vero.

A questo punto è ragionevole chiedersi se la stessa scala valga anche per le verticali e le orizzontali. Le verifiche numeriche eseguite in precedenza ci portano a concludere che, utilizzando questa stessa scala, ciò che il biografo testimonia fosse rappresentato in prospettiva nella prima tavoletta poteva stare su una tavoletta di area pari a circa mezzo braccio quadro, come è appunto affermato dal biografo.

Riotteniamo così la conclusione vista in precedenza, poiché la stessa scala per verticali, orizzontali e profondità porta alla conclusione geometrica che nel primo esperimento prospettico brunelleschiano i vari elementi erano traggiunti sotto gli stessi angoli secondo cui erano traggiunti al vero dal punto di stazione prescelto.

A conclusione di questa ricostruzione mi sia consentito sottolineare la coerenza, la completezza e la precisione veramente notevoli della testimonianza dell'antico biografo, che si rivela conoscitore profondo del primo esperimento prospettico brunelleschiano.

¹¹⁶Si richiede che chi guarda abbia familiarità con le dimensioni dell'oggetto riflesso. In caso contrario si possono instaurare fatti illusivi.

Il disegno della prospettiva¹¹⁷

Circa il metodo seguito dal Brunelleschi per disegnare le prospettive la *Vita* del Manetti non offre alcuna informazione. Il testo, come si è visto, si limita ad osservare che:

«Così ancora in que tempi e misse innanzi et innatto lui proprio quello che dipintorj oggi dicono prospettiva, perche ella e una parte di quella scienza che e in effetto porre bene e con ragione le diminuizionj e acrescimenti, che appaiono agli occhi degli huomini delle cose di lungi e d'apresso, casamenti, piani e montagnie e paesi d'ognj ragione e innognj luogo le figure e l'altre cose di quella misura che s'appartiene a quella distanza che le si mostrano di lungi. E da lui e nato la regola, che e la importanza di tutto quello che di cio se fatto da quel tempo in qua. Ed e piu forte, che non si sa, se que dipintorj antichj di centinaia d'annj indietro, che si crede, che fussono buonj maestri, al tempo de buoni schultori, se lo sapeuano e se lo feciono con ragione. Ma se pure lo feciono con regola, che senza cagione non dico io scienza poco di sopra, come fecie poi lui, chi lo potesse insegnare allui, era morto di centinaia d'anni, e iscritto non si truoua, e se si truoua, non e inteso. Ma la sua industria e sottiglieza o ella la ritrouo o ella ne fu inuentricie»

Filarete nel suo *Trattato d'architettura* ci propone invece una genesi empirica dell'idea della prospettiva, sostenendo:

*«Se volessi ancora per un'altra più facile via ritrarre ogni cosa, habbi uno specchio e tiello innanzi a quella cotale cosa, che tu vuoi fare. E guarda in esso, e vedrai i dintorni delle cose più facili, e così quelle cose, che ti saranno più appresso: e quelle più di lungha ti parranno diminuire. E veramente di questo modo credo che Pippo di Ser Brunellesco trovasse questa prospectiva, la quale per altri tempi non s'era usata»*¹¹⁸

Assai più arrischiato Vasari:

*«Attese molto alla prospettiva, allora molto in male uso per molte falsità che vi si facevano; nella quale perse molto tempo, per fino che egli trovò da sé un modo che ella potesse venir giusta e perfetta, che fu il levarla con la pianta e profilo e per via della interseguazione: cosa veramente ingegnosissima et utile all'arte del disegno.»*¹¹⁹

E così dopo di lui il Baldinucci¹²⁰.

Il testo del Vasari si impegna in modo assai preciso circa il metodo seguito dal Brunelleschi per tracciare la prospettiva: *«devarla con la pianta e profilo e per via della interseguazione»*. Ma tale metodo presuppone una somma di conoscenze che, trasferite nel primo quarto del '400, danno origine a una serie di vere e proprie aporie storiche.

Che Brunelleschi potesse disegnare in scala una pianta degli edifici da rappresentare inserendovi la posizione del punto di vista, è ipotesi del tutto plausibile. Piante di edifici o di loro parti venivano da sempre tracciate sul terreno per delimitare il perimetro della costruzione e collocarne le relative fondazioni. Tutto questo però era di scarsa utilità ai fini di una rappresentazione prospettica delle architetture raffigurate nelle tavolette.

Il Battistero presenta su tutte le facce pilastri angolari, paraste e cornici aggettanti; la deco-

¹¹⁷ Anche questa parte riprende con poche modifiche quanto esposto in R. Beltrame, *Gli esperimenti prospettici del Brunelleschi*, cit., pp. 439-60.

¹¹⁸ R. Spencer, *Filarete's Treatise on Architecture*, New Haven and London, 1965, Libro XXIII, 178v-179r.

¹¹⁹ G. Vasari, *Le Vite de' più eccellenti pittori scultori e architettori - nelle redazioni del 1550 e 1568*, loc. cit., p. 142. Il testo è quello dell'edizione del 1568. Nell'edizione del 1550, il passo presenta variazioni minime e inessenziali ai fini del nostro lavoro.

¹²⁰ F. Baldinucci, loc. cit., p. 170.

razione in bicromia, pur impiegando forme geometriche semplici, è piuttosto ricca di spartizioni. Nel secondo ordine, inoltre, abbiamo degli archi con archivolt e sottarco; e tutto questo sia nella faccia frontale, sia nelle facce a 45° dell'ottagono. In ogni faccia, quindi, gli elementi da scorciare non sono tutti rettilinei e per di più, anziché trovarsi su un unico piano, sono collocati su piani fra loro paralleli disposti a profondità diverse.

Accettando il suggerimento del Vasari dovremmo allora supporre che Brunelleschi per tracciare la sua prospettiva si fosse preliminarmente disegnato in scala due vere e proprie proiezioni ortogonali - una su un piano orizzontale e l'altra su un piano laterale - di tutti gli elementi da rappresentare, e quindi anche delle facce a 45° del Battistero. In entrambi i disegni, poi, avrebbe dovuto segnare anche la traccia di quegli elementi che nella proiezione risultavano coperti da altri; lavorare cioè quando necessario con sezioni. E ciò significherebbe postulare che Brunelleschi disegnava in proiezione ortogonale gli edifici e i loro particolari in maniera tecnicamente più avanzata di quella che possiamo incontrare nella prima metà del '500.

La seconda tavola prospettica presenta problemi analoghi, complicati per di più dalla presenza della Loggia dei Lanzi con le sue brave volte e costoloni; la facciata della Loggia, poi, non è perpendicolare a quella del Palazzo dei Signori¹²¹.

La tesi del Vasari circa il procedimento seguito da Brunelleschi ci appare semmai una proiezione sul passato di metodi in uso al tempo del Vasari stesso, cioè più di un secolo dopo. E anche allora disegnare secondo il modo indicato nelle *Vite* vasariane la prospettiva della seconda tavoletta, così come ci è descritta dal Manetti, avrebbe sollevato qualche difficoltà.

Ma, soprattutto, non è sostenibile che un fatto di immensa portata pratica quale la rappresentazione di più oggetti tramite due proiezioni ortogonali tra loro coordinate non lasci traccia nella trattazione e nella pratica successiva. Non se ne trova traccia nella trattazione che l'Alberti dà al problema della rappresentazione prospettica e neppure più tardi nella splendida e sottilmente ramificata elaborazione costituita dal *De prospectiva pingendi* di Piero della Francesca. Si pensi infatti al procedimento, logicamente tanto più lungo e tortuoso, da lui proposto mezzo secolo più tardi per scorciare un prisma retto comunque orientato rispetto al quadro¹²².

Del resto neppure il metodo proposto da Raffaello nella famosa lettera a Leone X¹²³ implica necessariamente un uso così avanzato della proiezione ortogonale quale il testo del Vasari porterebbe ad attribuire al Brunelleschi. Non vi è infatti menzione di una vista laterale coordinata alla pianta e all'alzato, né di rappresentazione di parti nascoste.

L'ipotesi che Brunelleschi impiegasse un procedimento per punti di distanza solleva difficoltà ancora maggiori. Il testo del biografo e le verifiche numeriche esposte in precedenza consentono di sostenere che Brunelleschi avesse condotto il suo primo esperimento prospettico conservando nella visione attraverso lo specchio gli angoli visivi sotto cui i vari elementi venivano visti al vero dal punto di stazione prescelto. Nell'esperimento, cioè, la rappresentazione prospettica e la distanza di osservazione, tenuto conto del raddoppio indotto dalla riflessione nello specchio piano, erano rette dalla medesima scala.

Questo fatto obbligherebbe ad ammettere che Brunelleschi avesse già formulato quantitativamente la relazione che lega alla distanza del punto di vista dal quadro la posizione dei punti di distanza rispetto al punto principale. Come è noto per una corretta prospettiva i punti di distanza

¹²¹ Si veda J. White, *loc. cit.*, p. 118; e, più innanzi, la sua Figura 6.

¹²² Il procedimento proposto da Piero si ricava seguendo nell'ordine quanto esposto dal VII al XII Teorema del I Libro; nel Teorema XV del I Libro e nel Teorema I del II Libro del suo *De prospectiva pingendi* (v. Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, a cura di G. Nicco Fasola, Firenze, 1942, pp. 69-75, 78-9 e 100-1).

¹²³ Per la lettera di Raffaello a Leone X si veda: P. E. Visconti, *Lettera di Raffaello a Papa Leone X*, Roma, 1840. Sulla questione dei disegni di architettura del '400-'500 e sui suoi legami con la prospettiva si veda il saggio di A. M. Brizio, *Il rilievo dei monumenti antichi nei disegni d'architettura della prima metà del cinquecento*, «Acc. Naz. dei Lincei», Quaderno n. 84, Roma, 1966.

debbono giacere sulla linea d'orizzonte a una distanza dal punto principale pari a quella del punto di vista dal quadro. Ma tale formulazione quantitativamente esplicita si ha soltanto con *Le due regole della prospettiva pratica* del Vignola¹²⁴ pubblicato dal Danti nel 1583.

Sostenendo che Brunelleschi aveva disegnato la prospettiva del Battistero con un procedimento per punti di distanza, proprio perché l'esperimento prospettico era in scala rispetto al vero, ci troveremmo a sostenere che egli possedeva quelle conoscenze teoriche circa le proprietà dei punti di distanza che storicamente compaiono solo nel terzo quarto del '500, e al termine di un travaglio lungo ed assai elaborato. L'intervallo tra i punti di distanza e il punto principale avrebbe dovuto infatti essere pari alla distanza del punto di stazione dalla faccia prossimale del Battistero ridotta secondo il rapporto di 2 braccia piccole ogni braccio vero che reggeva la scala del disegno sulla tavoletta.

Inoltre le difficoltà nell'impiegare un procedimento basato sui punti di distanza aumentano passando dalla prima alla seconda tavola prospettica. La ricostruzione in pianta della «*piazza del palagio de Signori di Firenze*» mostra infatti in modo evidente che almeno qualcuna delle facciate ivi rappresentate non poteva avere una giacitura a 45° rispetto al quadro a meno di contraddire anche gli scarni eppur precisi dati forniti dal biografo.

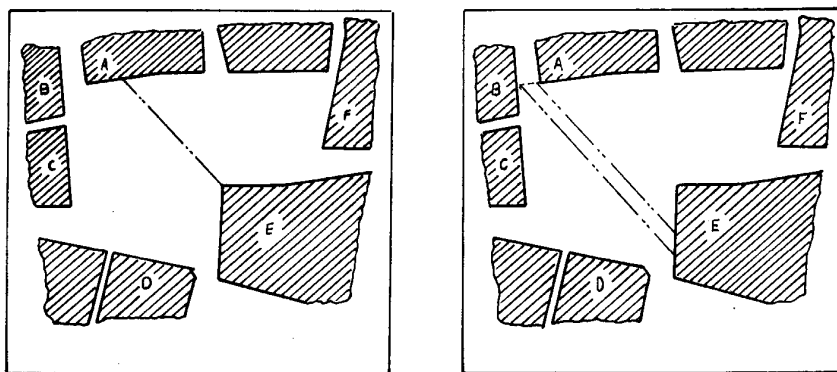


Fig. 6. - Pianta schematica di Piazza della Signoria al tempo del Brunelleschi:

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| A - Chiesa di S. Romolo; | B - Canto Calimara Francesca; |
| C - Tetto dei Pisani; | D - Loggia dei Lanzi; |
| E - Palazzo della Signoria; | F - Mercanzia. |

La descrizione della seconda tavola prospettica fornitaci dal biografo è, come abbiamo visto, la seguente:

«*Fecie di prospettiua la piazza del palagio de Signori di Firenze con cio che ue su e d'intorno, (c. 298 r) quanto la uista serue; stando fuorj della piazza o ueramente al parj lungho la faccia della chiesa di Santo Romolo, passato el canto di Calimala Francescha, che riescie in su detta piazza poche braccia uerso Orto Santo Michele. Donde si guarda il palagio de Signori, in modo che due faccie si uegono intere: quella che uolta uerso ponente e quella che e uolta uerso tramontana; che e una cosa marauigliosa a uedere quello che pare insieme con tutte le cose, che racchoglie la uista in quello luogho*»¹²⁵

Avvalendomi della ricostruzione in pianta della piazza eseguita dallo White¹²⁶, ho inteso

¹²⁴ Sul Vignola prospettico si vedano M. Walcher Casotti, *Il Vignola*, Trieste, 1960 e T. K. Kitao, *Prejudice in perspective. A study on Vignola's perspective treatise*, «The Art Bull.», XLIV (1962), pp. 173-94. Il testo del Vignola venne, ricordiamo, pubblicato postumo dal Danti nel 1583.

¹²⁵ H. Saalman, *loc. cit.*, p. 45.

¹²⁶ J. White, *loc. cit.*, p. 118.

mostrare: nel primo caso dove andrebbe a cadere il raggio principale se spiccato dallo spigolo del Palazzo della Signoria a 45° rispetto alle sue facce; nel secondo caso una soluzione congruente col punto di stazione suggerito dal Biografo e che consenta di avere due delle facce del Palazzo che scorciano a 45° rispetto al raggio principale. La prima soluzione contraddice quanto è detto dal Biografo circa il punto di stazione; la seconda presenta due casi limite, punto di stazione sull'angolo della chiesa di S. Romolo e punto di stazione sul lato opposto della via.

Se il raggio principale, dal punto di stazione suggerito dal Biografo passava per l'angolo del Palazzo della Signoria, le facce del palazzo formano con il raggio principale angoli molto diversi da 45°. Se invece il raggio principale non passava per lo spigolo del Palazzo della Signoria, è possibile che due delle sue facce formino col raggio principale angoli di 45°. Ma in tal caso è estremamente improbabile che nella tavola non fosse rappresentata anche la Loggia dei Lanzi, e la facciata di quest'ultima forma con il raggio principale un angolo di circa 35°. In ogni caso, quindi, si hanno facce disposte secondo angoli diversi da 0°, 45° e 90° rispetto al raggio principale, rendendo praticamente impossibile un procedimento basato sui punti di distanza¹²⁷.

Si ricordi inoltre che il Manetti, a proposito della prima tavoletta, dopo aver detto della rappresentazione del Battistero, aggiunge «*Figurandoui dinanzi quella parte della piazza che ricieue l'occhio*». Nella geometria di questo esperimento il piano su cui era disegnata la prospettiva era posto in correlazione con un piano passante per la faccia frontale del Battistero. Si trattava quindi di una prospettiva in cui parte degli elementi raffigurati veniva a situarsi al vero dinanzi al quadro. La stessa configurazione, con oggetti da entrambe le parti del quadro, si avrebbe anche nella *Trinità* di Santa Maria Novella, secondo una ricostruzione di Sanpaolesi¹²⁸ (Figura 11).

Un procedimento basato sulle proprietà del punto di distanza avrebbe perciò richiesto un grado di consapevolezza che, se fosse stato posseduto dal Brunelleschi, avrebbe vanificato per intero la portata e l'originalità della trattatistica seguente sino al Vignola. E questa tesi è inaccettabile senza il suffragio di una puntuale e ineccepibile prova documentale, prova che invece ci manca del tutto.

Va poi ricordato che la sinopia della *Trinità* di Masaccio (Figura B2) non mostra traccia di linee che siano riferibili a un procedimento per punti di distanza o a quello che sarà poi teorizzato dall'Alberti.

Un ulteriore vincolo ci viene dai dati storici in nostro possesso. L'Alberti dedica a Brunelleschi la redazione in volgare del suo *De Pictura*. Nella dedica troviamo:

«*e se in tempo t'accade ozio, mi piacerà rivegga questa mia operetta de pictura quale a tuo nome feci in lingua toscana*»¹²⁹

e poco più oltre:

«*Piacciati adunque leggermi con diligenza, e se vi ti pare da emendarla, correggimi*»¹³⁰

Sempre nel *De Pictura* a proposito del metodo suggerito per tracciare la gabbia prospettica abbiamo:

«*Trovai adunque io questo modo ottimo così in tutte le cose seguendo quanto dissi, ponendo il punto centrico, ...*»¹³¹

¹²⁷ Vagnetti propone una ricostruzione dove le facce del Palazzo della Signoria sono a 30 e 60° rispetto al piano della prospettiva, ipotizza regolarizzata la piazza e osserva che anche in queste condizioni è assai laborioso tracciarne lo scorcio prospettico con la "costruzione legittima". L. Vagnetti, "La posizione di Filippo Brunelleschi nell'invenzione della prospettiva lineare. Precisazioni e aggiornamenti", in *Filippo Brunelleschi. La sua opera e il suo tempo*, Atti del Convegno Intern. di Studi, Firenze 16-20 ott. 1977, Firenze, 1980, pp. 279-306. La parte relativa alla seconda tavola prospettica è alle pp. 292-99.

¹²⁸ P. Sanpaolesi, *Brunelleschi*, cit., pp. 51-3.

¹²⁹ L. B. Alberti, *De Pictura*, cit., p.8.

¹³⁰ *ibid.*, p.8.

¹³¹ *ibid.*, I, 20, p. 38.

e non abbiamo traccia di smentita per questa rivendicazione di paternità del metodo descritto, né da parte di Brunelleschi, né da altri dopo di lui.



Figura B.2 - Sinopia della Trinità di Masaccio (da Sanpaolesi)

Dobbiamo quindi chiederci se, per tracciare le sue prospettive, Brunelleschi possa essere partito da un'idea concettualmente più semplice e diretta, diversa dal procedimento a lui attribuito dal Vasari e da uno per punti di distanza ed inoltre sostanzialmente diverso da quello rivendicato così inequivocabilmente come proprio dall'Alberti.

Filarete, che scrive nel sesto decennio del '400, quindi una trentina d'anni prima del Manetti, non ci dà alcuna informazione esplicita sul modo seguito dal Brunelleschi per disegnare le sue prospettive; si limita ad esprimere l'opinione che egli:

*«per ragione trovasse quello che nello specchio ti si dimostra»*¹³².

Ai fini della ricostruzione di un possibile metodo impiegato da Brunelleschi per disegnare le prospettive il suggerimento si rivela però assai prezioso.

Il testo del Filarete ci induce infatti a ritenere che il passo iniziale del percorso logico che ha condotto Brunelleschi al suo ritrovato sia stato l'aver assunto la riflessione nello specchio piano a paradigma della raffigurazione di oggetti e ambienti.

E, del resto, troviamo un riferimento alla riflessione nello specchio piano quale paradigma di una corretta rappresentazione pittorica ancora nel leonardesco *Trattato della pittura* dove è detto:

«Come lo specchio è il maestro de' pittori. - Quando tu vuoi vedere se la tua pittura tutta insieme ha conformità con la cosa ritratta di naturale, abbi uno specchio, e favvi dentro specchiare la cosa viva, e paragona la cosa specchiata con la tua pittura, e considera bene se il subietto dell'una e dell'altra similitudine abbiano conformità insieme. Soprattutto lo specchio si deve pigliare per maestro, intendo lo specchio piano, imperocché sulla sua su-

¹³² R. Spencer, *loc. cit.*, Libro XXIII, 178 r.

perficie le cose hanno similitudine con la pittura in molte parti; cioè, tu vedi la pittura fatta sopra un piano dimostrare cose che paiono rilevate, e lo specchio sopra un piano fa il medesimo; la pittura è una sola superficie, e lo specchio è quel medesimo; la pittura è impalpabile in quanto che quello che pare tondo e spiccato non si può circondare con le mani, e lo specchio fa il simile. Lo specchio e la pittura mostrano la similitudine delle cose circondata da ombre e lume, e l'una e l'altra pare assai di là della sua superficie. E se tu conosci che lo specchio per mezzo de' lineamenti ed ombre e lumi ti fa parer le cose spiccate, ed avendo tu fra i tuoi colori le ombre e i lumi più potenti che quelli dello specchio, certo, se tu li saprai ben comporre insieme, la tua pittura parrà ancor essa una cosa naturale vista in un grande specchio.»¹³³

e poco più oltre:

«Come la vera pittura stia nella superficie dello specchio piano. - Lo specchio di piana superficie contiene in se la vera pittura in essa superficie; e la perfetta pittura, fatta nella superficie di qualunque materia piana, è simile alla superficie dello specchio; e voi, pittori, trovate nella superficie degli specchi piani il vostro maestro, il quale v'insegna il chiaro e l'oscuro e lo scorto di qualunque oggetto; ed i vostri colori ne hanno uno che è più chiaro che le parti illuminate del simulacro di tale oggetto, e similmente in essi colori se ne trova alcuno che è più scuro che alcuna oscurità di esso oggetto; donde nasce che tu, pittore, farai le tue pitture simili a quelle di tale specchio, quando è veduto da un solo occhio, perché i due occhi circondano l'oggetto minore dell'occhio»¹³⁴.

Variando poi la distanza e la posizione dello specchio rispetto agli oggetti e all'osservatore mutavano a piacimento tanto l'ampiezza della zona da raffigurare che la posizione in cui, idealmente o effettivamente, veniva a porsi l'osservatore della prospettiva.

Questo paradigma consentiva quindi una libertà impensabile con i procedimenti pratici delle botteghe del tempo, dove il procedimento usuale consisteva nel far convergere le diagonali dei quadrati in cui è pensato diviso il pavimento in due punti situati ai bordi del dipinto. In corretta prospettiva lineare il metodo equivale, come è noto, a fissare in 90° l'apertura della "veduta" nel piano principale; quindi, anche il rapporto tra larghezza del dipinto e distanza dell'osservatore è fissato una volta per tutte e non ammette possibilità di variazione.

Sotto questo profilo la seconda tavola del Brunelleschi, più ancora della prima, dovette apparire una specie di miracolo. Se ne fa eco il biografo che, proprio a seguito della descrizione della seconda tavola prospettica, dice:

«Fuccj poj Pagolo Hucciello e altrj pittorj, che lo uollono contrafare e imitare, che no ueduti piu d'uno; e non e stato bene come quello»

Infine quello della riflessione nello specchio piano è uno dei capitoli dove la *perspectiva* medioevale aveva raggiunto una formulazione del tutto soddisfacente anche sul piano quantitativo¹³⁵.

¹³³ *Trattato della pittura*, Lanciano, 1913; pp. 200-1

¹³⁴ *ibid.*, pp. 201-2

¹³⁵ Sulla questione dei legami tra prospettiva rinascimentale e fonti teoriche medievali si vedano tra gli altri: G. Nicco Fasola, *Svolgimento del pensiero prospettico nei trattati da Euclide a Piero della Francesca*, «Le Arti», 1942-43, pp. 59-71; P. Sanpaulesi, *Ipotesi sulle conoscenze matematiche, statiche e meccaniche del Brunelleschi*, «Belle Arti», 1951, pp. 25-54; D. Gioseffi, *Perspectiva Artificialis*, Trieste, 1957; J. G. Lemoine, *Brunelleschi et Ptolémée*, cit.; A. Parronchi, *Studi su la dolce Prospettiva*, Milano, 1964; R. Klein, *Pomponius Gauricus on Perspective*, cit.; S. Y. Edgerton jr., *Alberti's perspective: a new discovery and a new evaluation*, «The Art Bulletin», XLVII, 1966, pp. 367-378; F. Salvemini, *La visione e il suo doppio. La prospettiva tra scienza e arte*, Bari, 1990; e in una direzione più spiccatamente filosofica: F. Alessio, *Per uno studio sull'Ottica del Trecento*, «Studi Medievali», Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo, II, 1961, pp. 444-504; G. Federici Vescovini, *Studi sulla Prospettiva Medievale*, Torino, 1965; e della stessa «La prospettiva del Brunelleschi, Alhazen e Biagio Pelacani a Firenze» in *Filippo Brunelleschi. La sua opera e il suo tempo*, Atti del Convegno Intern. di Studi, Firenze 16-20 ott. 1977, Firenze, 1980, pp. 333-48.

Non vorrei tuttavia sopravvalutare l'influenza dei *perspectivi* medioevali. Le informazioni effettivamente pertinenti al problema del Brunelleschi sono assai poche e trovano la loro formulazione più sintetica nelle *Suppositioni* I e II degli *Specchi* euclidei.:

«*Usum rectam esse, cuius partes mediae omnes extremis officiant*» e «*Omnia, quae cernatur, secundum rectas cerni*»¹³⁶

e nel Teorema XIX:

«*In speculis planis partes dextrae sinistreae adparent, sinistreae autem dextrae, imagoque ei, quod cernitur, aequalis, et distantia a speculo aequalis est*»¹³⁷.

Gli stessi passi della traduzione tardo cinquecentesca del Danti suonano:

«*Presuppongasi, che il raggio visuale sia una linea retta, della quale i mezzi cuoprono gli stremi*» e «*Ogni cosa visibile, si vede per retta linea*»¹³⁸ ;

«*Negli specchi piani le cose, che sono dalla destra, appariscono dalla sinistra, e le sinistre dalla destra, in oltre il simulacro apparisce eguale alla cosa visibile, ed è tanto lontano dallo specchio quanto è la cosa visibile*»¹³⁹.

Informazioni equivalenti figurano nei trattati medioevali di ottica, per i quali, del resto, lo scritto euclideo costituiva una delle fonti, diretta o indiretta. Le troviamo in Bacone, in Peckham, in Vitelo e anche in quelle *Quaestiones prospectivae* di Biagio Pelacani, sicuramente note nell'ambiente fiorentino al tempo del Brunelleschi. Come ha già notato Parronchi¹⁴⁰, le informazioni che potevano servire al Brunelleschi sono contenute nel Libro II delle *Quaestiones* del Pelacani.

Con riferimento al cod. lat. 5447 della Nationalbibliothek di Vienna, le indicazioni di qualche rilevanza per il problema che stiamo discutendo sono contenute nel Libro II alla *Quaestio Tertia*: «*Quaeritur Tertio utrum anguli incidentiae et reflexionis semper ad invicem adaequantur...* », in particolare nelle Proposizioni III-VI, e alla *Quaestio Quarta*: «*Quaeritur Quarto utrum locus apparitionis rei visae visione reflexa semper videatur esse in concursu radii visualis cum catheto...*», particolarmente alla *Tertia Conclusio* del I Articolo «*.. in visione reflexa per speculum planum semper speculum planum aequaliter distat ab obiecto et loco apparitionis secundum lineam rectam*» in cui si ha anche un rimando alla *Quaestio* precedente.

Ma anche in un testo relativamente poco impegnato in problemi di ordine teologico e cosmogonico come quello del Pelacani le notizie utili per trasferire il sapere scientifico del tempo in effettivo fare tecnico andavano estratte da un modo di argomentare estremamente sottile e acuto, attento a una variegata casistica di ordine sia psicologico che gnoseologico; ma proprio per questo lontanissimo dall'esigenza di formulare in modo sintetico le leggi che reggono un determinato fenomeno.

Dobbiamo perciò pensare a un'intelligente individuazione da parte del Brunelleschi dei passi che contenevano le poche informazioni utili alla soluzione del suo problema, o ritenere che se le procurasse in modo più rapido interrogando qualcuno. Una tesi per nulla inverosimile pensando che era ancor vivo il ricordo delle lezioni del Pelacani, il quale nel 1388 insegnava nello Studio fiorentino e aveva sicuramente a punto i temi trattati nelle sue *Quaestiones*, la cui prima redazione

¹³⁶ La traduzione latina dell'originale greco è quella dell'edizione di Heiberg (*Euclidis Optica, Opticorum recensio Theonis, Catoptrica, cum scoliis antiquis*, ed. I.L. Heiberg, Lipsia, 1895), p.287.

¹³⁷ *ibid.*, p.315.

¹³⁸ E. Danti, *La prospettiva di Euclide...*, Firenze, 1573, p. 77.

¹³⁹ *ibid.*, p. 97.

¹⁴⁰ A. Parronchi, *Le due tavole prospettiche del B. cit.*, Parte I, p. 9 e pp. 12-3.

è collocata poco più tardi, attorno al 1390¹⁴¹.

Si aggiunga che l'aver raffigurato dinanzi al Battistero «*quella parte della piazza che ricieue l'occhio*», pur riferendo metricamente il tracciato prospettico a un piano passante per la faccia prossimale del Battistero, mostra una notevole indipendenza rispetto alla riflessione nello specchio piano. In questa gli oggetti stanno tutti da una stessa parte, come del resto saranno nell'intersezione di una piramide visiva dell'Alberti.

Lo specchio, perciò, non è pensato dal Brunelleschi come "velo". Con una intuizione di grande acutezza, che ritengo sia l'idea da cui trae origine la sua invenzione della prospettiva, egli avverte che per avere un fenomeno isomorfo alla riflessione nello specchio piano l'essenziale è conservare la posizione nello spazio dei "raggi visuali". Muovendo poi lungo ogni "raggio" sino a portare il punto osservato su di un medesimo piano si ottiene un'immagine piana capace di generare la stessa configurazione spaziale di "raggi visuali", appunto la tavola prospettica.

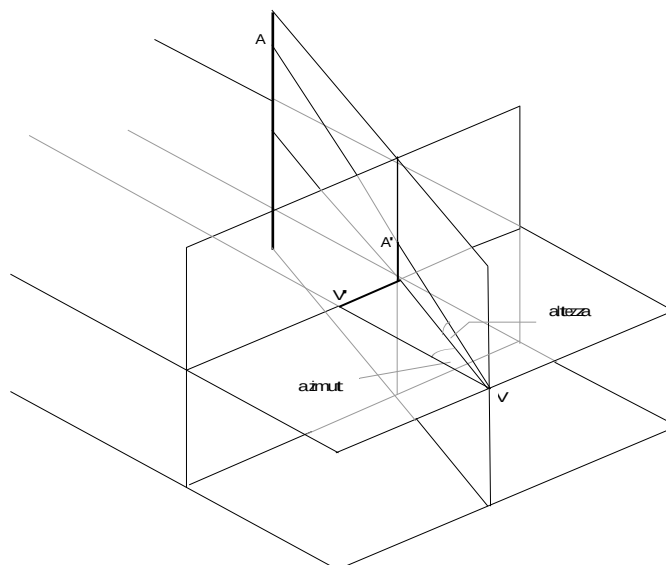
Se poi, come abbiamo visto, nel guardare la tavoletta veniva conservata la disposizione spaziale relativa delle rette congiungenti i vari punti dell'oggetto con il punto di vista, lo specchio, facendoci assumere come virtuale l'immagine di ciò che era raffigurato sulla tavoletta, avrebbe completato l'opera facendo apparire la riflessione del dipinto del tutto simile a una riflessione della situazione al vero dal punto di stazione prescelto.

La soluzione brunelleschiana si pone dunque come soluzione generalissima del problema prospettico, tanto da far pensare che l'opinione espressa dal Filarete secondo cui Brunelleschi «*per ragione trovasse quello che nello specchio ti si dimostra*» riecheggi, impoverendolo, un lucido e ammirato giudizio di scienziato uscito, è bello pensarlo, dalla bocca del Toscanelli.

Per ricostruire il modo con cui Brunelleschi ha tracciato le sue prospettive siamo così indotti a cercare un procedimento che prescinda dalle proprietà dei punti notevoli di una prospettiva lineare - punto principale e punti di distanza - e che si fondi invece sulla posizione nello spazio dei "raggi visuali".

Il risultato richiesto poteva essere ottenuto impiegando un traguardo ottico. Il traguardo, infatti, individua fisicamente il raggio visuale, ne fa qualcosa di dominabile con la tecnica oltre che con il ragionamento. La posizione del traguardo rispetto ad un sistema di riferimento individuava anche la posizione del relativo raggio visuale rispetto allo stesso sistema di riferimento; e mimando la visione riflessa, importava proprio determinare la posizione nello spazio del raggio visuale relativo ad ognuno dei punti dell'oggetto che si prendono in considerazione.

¹⁴¹ Si vedano E. Garin, *La cultura fiorentina nella seconda metà del '300*, «La Rassegna della letteratura italiana», 1960, II, p. 183; F. Alessio, *Questioni inedite di ottica di Biagio Pelacani da Parma*, «Rivista Critica di Storia della Filosofia», XVI, 1961, p. 80; G. Federici Vescovini, *Studi sulla Prospettiva Medievale*, cit., pp. 240-1.



Stabilito mentalmente questo collegamento, un qualsiasi strumento della famiglia degli astrolabi, anche piani, o un quadrante, potevano servire egregiamente allo scopo o dare a Brunelleschi lo spunto per costruirsi un apparecchio adatto. Si noti infatti che ancora oggi, dovendo disegnare in prospettiva una situazione complessa, ma fisicamente esistente, sarebbe assai comodo – escluso, ovviamente, il ricorso alla fotografia – individuare in azimut e altezza le varie rette proiettanti collocando un teodolite nel punto scelto come punto di vista.

Che Brunelleschi possa essersi valso per tracciare le prospettive delle due tavolette di un metodo derivato dalle considerazioni prima esposte è tesi che trova puntuali conferme in ciò che sappiamo degli esperimenti prospettici brunelleschiani.

Si riguarda con un occhio solo onde definire senza incertezze il raggio visuale; e Brunelleschi nel primo esperimento impone la visione monoculare. Nell'esperimento, poi, possiamo ipotizzare che fossero conservati gli angoli sotto cui i vari elementi erano visti al vero dal punto di stazione prescelto: cioè che fosse conservata la posizione nello spazio dei raggi visuali.

Era necessario scegliere un sistema di riferimento individuabile tecnicamente; il filo a piombo e la livella a bolla permettevano di stabilirlo in modo semplice, facilmente ripetibile, comodo, e ben noto, perché nella costruzione degli edifici si impiegavano gli stessi strumenti e quindi il medesimo sistema di riferimento.

E, sempre nel primo esperimento, sappiamo che Brunelleschi voleva che si guardasse, attraverso il foro praticato nella tavoletta, in uno specchio piano tenuto «*al dirinpetto*». Egli, cioè, voleva che lo specchio risultasse parallelo alla tavoletta, in modo che nell'osservazione non mutasse il riferimento assunto nel rilievo dell'ambiente. Inoltre, così, la riflessione non introduceva deformazioni nel tracciato prospettico: un'inclinazione dello specchio nel piano verticale fa infatti convergere, o divergere, le verticali, mentre una inclinazione nel piano orizzontale fa inclinare le orizzontali verso la linea d'orizzonte.

Nell'esperimento l'osservatore teneva con una mano la tavoletta e con l'altra lo specchio; aveva perciò senso lasciare a chi guardava il compito di collocare correttamente lo specchio solo se il "quadro" della prospettiva era stato assunto parallelo alla faccia frontale del *Battistero*, cioè in modo che le verticali e le orizzontali della spartizione della faccia restassero tali anche nel disegno prospettico: per dare allo specchio la posizione prevista l'osservatore disponeva allora dello stesso criterio che aveva guidato Brunelleschi nello scegliere a paradigma la riflessione nello specchio piano: che si conservassero nella misura massima possibile i caratteri della propria nozione del *Battistero*.

Le decisioni ulteriori cadevano in un solco ormai segnato. Il punto di vista veniva ad essere là dove era l'occhio quando si eseguiva il rilievo degli edifici e della piazza, e il piano di orizzonte della prospettiva coincideva col piano orizzontale e a cui erano riferite le altezze dei vari punti.

Per avere la prospettiva bisognava riportare mentalmente i vari punti degli edifici e della piazza su un unico piano muovendo lungo il relativo raggio visuale. E qui dovette intervenire di nuovo la straordinaria capacità del Brunelleschi di piegare alla soluzione di un proprio problema cose apparentemente assai lontane.

Impiegando il quadrato delle ombre, di cui erano provvisti astrolabi e quadranti, si effettuava automaticamente, nel piano orizzontale, l'operazione richiesta dalla prospettiva. Seguendo il raggio visuale si riportava infatti la posizione del punto osservato su un segmento di retta - quello su cui era incisa la graduazione del quadrato delle ombre - e tale segmento era assimilabile alla traccia del piano su cui si doveva disegnare la prospettiva.

Tutto questo, ovviamente, a meno della scala di rappresentazione; ma, come abbiamo visto, l'uso sistematico e così moderno delle scale è un'altra delle acquisizioni brunelleschiane. Del resto la scala della rappresentazione e la distanza del punto di vista della faccia frontale del Battistero sono in accordo con un impiego di questo procedimento.

Negli strumenti occidentali (Figura B.3) la scala del quadrato delle ombre era suddivisa in 12 parti uguali¹⁴² e dal testo del biografo abbiamo dedotto che la distanza del punto di stazione dalla faccia frontale del Battistero era 60 braccia. Le 12 divisioni del quadrato delle ombre corrispondevano nello strumento ad una rotazione di 45° del traguardo, per cui alla distanza di 60 braccia, e quindi in un piano passante per la faccia prossimale del Battistero, sottendevano 60 braccia: 5 braccia ogni divisione.

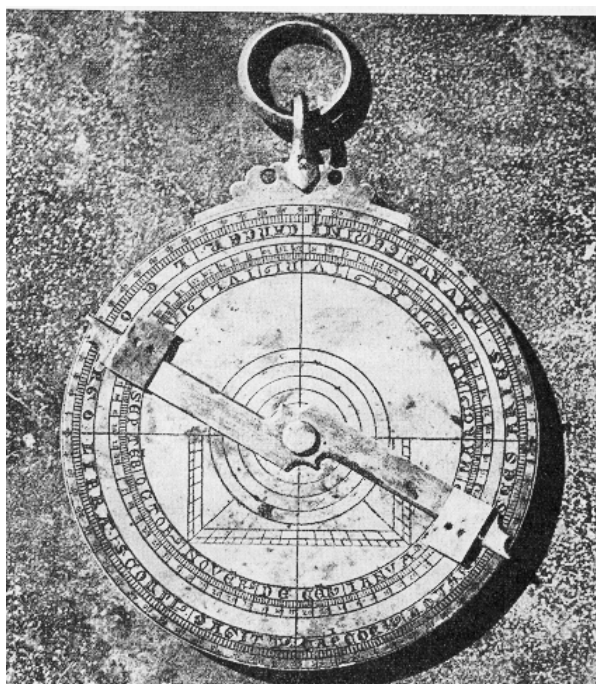


Figura B.3 - Un tipico astrolabio piano

Dai calcoli riportati in precedenza sappiamo che nelle condizioni teoriche scelte da Brunelleschi per l'esperimento la corrispondenza tra braccia vere nel piano passante per la faccia frontale del

¹⁴² H. Michel, *Traité de l'Astrolabe*, Parigi, 1947, p. 73.

Battistero e braccia piccole sulla tavoletta era di 2 braccia piccole ogni braccio vero. A ognuna delle 12 divisioni del quadrato delle ombre impiegato come in Figura B.4 corrispondevano allora 2x5, cioè 10 braccia piccole del disegno prospettico sulla tavoletta. Una corrispondenza troppo singolare per essere fortuita.

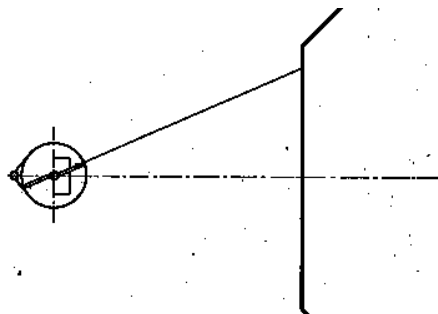


Figura B.4 - Rilievo nel piano orizzontale

Per eseguire l'operazione indicata occorre allora porsi nel punto di stazione prescelto - «dentro alla porta del mezo di Santa Marie del Fiore qualche braccia tre» - e orientare lo strumento in modo che la sua faccia con incise le graduazioni del quadrato delle ombre fosse orizzontale e che il lato del quadrato delle ombre risultasse parallelo alla faccia frontale del Battistero.

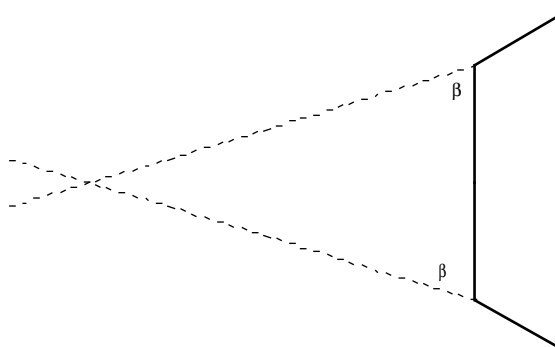


Figura B.5 - Intersezione avanti per sistemare lo strumento

Poteva infine essere comodo fare in maniera che lo zero della graduazione corrispondesse a trapiantare:

«in quello luogo doue percoteua l'occhio al diritto da chi guardava da quello luogo dentro alla porta del mezo di Santo Maria del Fiore, doue si sarebbe posto, se l'auesse ritratto»

anche se per questa operazione la cosa non risultava essenziale, poiché per il tracciato prospettico sono necessarie soltanto le distanze ridotte tra le varie verticali del Battistero interessate nella rappresentazione: spigoli dei pilastri e delle paraste, bordi delle spartizioni, etc..

Ritengo che la sistemazione dello strumento in modo ottimale sia ipotizzabile, quando si consideri che sistemare nel modo detto lo zero della graduazione era praticamente un sottoprodotto del sistemare lo strumento in modo che il lato del quadrato delle ombre risultasse parallelo alla faccia frontale del Battistero. Il procedimento è illustrato nella Figura B.5, ed è molto semplice perché basato su una fondamentale proprietà dei triangoli isosceli. Si trattava in sostanza di porsi sui due spigoli della faccia frontale del Battistero e di qui determinare l'intersezione di due mire che facessero lo stesso angolo β con la faccia del Battistero. Alcuni tentativi avrebbero permesso di trovare la posizione corretta alla distanza voluta, una marca sul pavimento poteva poi conservare

la localizzazione del punto di stazione e tener conto, se del caso, del disallineamento tra gli assi di *Santa Maria del Fiore* e del *Battistero*.

Sistemato lo strumento, riguardando il filo delle varie verticali interessate nella rappresentazione si leggeva sulla scala del quadrato delle ombre la loro posizione sulla tavoletta, posizione già in corretta prospettiva, riferita al punto principale e misurata lungo la linea d'orizzonte.

Nel piano verticale contenente il raggio principale, il futuro «*razzo centrico*» dell'Alberti, Brunelleschi poteva impiegare un procedimento analogo.

Bastava disporre lo strumento in modo che il quadrato delle ombre avesse un lato verticale e regolare l'altezza sino a che lo zero della graduazione corrispondesse al solito a riguardare «*quello luogo doue percoteua l'occhio al diritto da chi guardaua*». Traguardando poi i vari punti del Battistero e della piazza senza ruotare la faccia dello strumento si leggevano direttamente sulla scala del quadrato delle ombre le loro quote sulla tavoletta, quote riferite alla linea d'orizzonte ed espresse in braccia piccole secondo il rapporto di 10 braccia piccole per graduazione calcolato in precedenza.

Negli altri piani verticali viene meno una correlazione tra suddivisioni del quadrato delle ombre e disegno sulla tavoletta espressa da un numero così semplice come quello visto per i piani orizzontale e sagittale. Infatti le 10 braccia piccole per graduazione si riferiscono a una distanza di 60 braccia dal punto di stazione. Continuare ad usare tale rapporto per tutti i piani verticali sarebbe equivalso ad impiegare quale superficie di riferimento una superficie cilindrica, con raggio pari a 60 braccia ed asse nel punto di stazione, anziché un piano, come era quello della tavoletta.

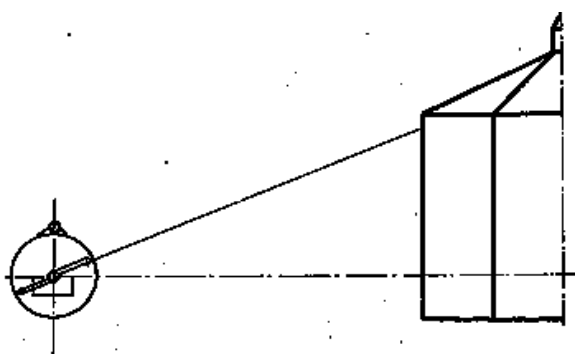


Figura B.6 - Rilievo nel piano sagittale

L'errore cresce quanto più ci si scosta dal piano sagittale; esso è espresso dalla formula:

$$\frac{1}{\cos \alpha} - 1$$

dove α è l'angolo formato dal piano considerato con il piano sagittale dell'osservatore, cioè il suo azimut. Tale errore sarebbe già dell'8% alle estremità della faccia frontale del Battistero.

L'effetto è sensibile e Brunelleschi poteva rendersene senz'altro conto, poiché le rette orizzontali della faccia frontale del Battistero diventavano nel disegno delle curve che inclinavano verso la linea d'orizzonte quanto più ci si scostava dal piano sagittale; e lo stesso effetto compariva sulle facce a 45° del Battistero.

Lo scostamento dalla riflessione nello specchio piano scelta come paradigma era quindi evidente e riguardava un punto troppo essenziale perché la cosa potesse venir giudicata accettabile; riguardava infatti il permanere nella raffigurazione prospettica dei caratteri della conformazione fisica conservati dalla riflessione nello specchio piano.

Per aggirare la difficoltà Brunelleschi aveva a disposizione due alternative. Poteva continuare ad avvalersi del quadrato delle ombre con una scala di 10 braccia piccole per graduazione e, prima

di riportare sul disegno prospettico i dati ricavati dalle letture, moltiplicarli, in un grafico a parte, per il rapporto tra la distanza della faccia frontale del *Battistero* nel piano considerato e quella di 60 braccia del piano sagittale. La prima distanza doveva essere ricavata per ogni piano verticale da un grafico in scala.

Ma poteva usare al posto del quadrato delle ombre la graduazione angolare incisa sul bordo circolare esterno dello strumento, leggendo per ogni raggio visuale il valore dell'angolo che ne esprimeva l'altezza rispetto al piano dell'orizzonte. Per ognuno dei piani verticali considerati occorre poi determinare graficamente la distanza del quadro della prospettiva nella scala della tavoletta e, sempre graficamente, determinare l'altezza scorciata.

Per quanto i due procedimenti si equivalgono, anche dal punto di vista della rapidità del lavoro, ritengo che il secondo sia più consono al modo di ragionare, fisico più che matematico, da cui abbiamo visto scaturire la prospettiva brunelleschiana.

Una prima ricognizione dei metodi "topografici" noti al tempo del Brunelleschi mi è stata purtroppo infruttuosa, ma l'insuccesso è da ascrivere alla mia difficoltà a muovermi in un campo, come quello della storia della tecnica, che non mi è per nulla familiare. I *Ludi rerum mathematicarum* dell'Alberti e il X libro del suo *De re aedificatoria*, là dove tratta dei canali, lasciano tuttavia intravedere la possibile esistenza di metodi piuttosto avanzati.

Nei *Ludi*, che mi sembra debbano il titolo all'impiego di strumenti estemporanei poiché il rigore matematico dei metodi esposti è fuori di dubbio, incontriamo modi di misurare altezze e distanze di torri¹⁴³, livellazioni¹⁴⁴, applicazioni dell'intersezione avanti alla determinazione di grandi distanze in linea d'aria e al tracciamento di piante¹⁴⁵.

Si tratta di testimonianze successive al tempo degli esperimenti prospettici ma, pur concedendo all'Alberti, soprattutto nei *Ludi*, l'originalità dell'elaborazione, è difficile pensare che egli tratti problemi completamente nuovi e irrisolti.

Il procedimento esposto in precedenza si adatta assai bene alla raffigurazione di ambienti fisicamente esistenti e può pertanto valere sia per la prima che per la seconda tavola prospettica. La capacità, che esso postula, di rilevare architetture esistenti si accorda con quanto la *Vita* ci dice dell'attività del Brunelleschi immediatamente successiva al concorso per la seconda porta del Battistero. Riferisce infatti il biografo come Brunelleschi e Donatello:

«insieme e leuassono grossamente in disegno quasi tuttj gli edificj di Roma e in molti luoghi circustanti di fuorj colle misure delle largheze e alteze, secondo che poteuano arbitrando cer (c. 300 r) tificarsj, e longitudinj ect. E in molti luoghi facieuan cauare per uedere e riscontrò de membrj degli edificj e le loro qualita s'egli erano quadrij o di quanti anguli o tondi perfetti o ouati o di che conditione. E cosi doue e poteuano congetturare l'alteze, cosi da basa a basa per alteza come da fondamenti e riseghe e tetti degli edificj, e poneuano in su striscie di pergamene che si lieuano per riquadrare le carte con numero d'abaco e caratte che Filippo intendeua per se medesimo»¹⁴⁶.

Quel «leuassono grossamente in disegno» parrebbe escludere una redazione definitiva del rilievo sotto forma di un vero e proprio disegno in scala quale concepiamo oggi, e avvalorare piuttosto l'ipotesi che il risultato fosse una serie di dati numerici appoggiati con ingegnosi artifici - si pensi alle altezze poste «su striscie di pergamene ... con numero d'abaco e caratte» - ad un disegno tracciato secondo le capacità di rappresentazione del tempo.

¹⁴³ L. B. Alberti, *Opere volgari*. Vol. III, Ed. a cura di C. Grayson. Bari, Laterza, 1973, pp. 136-9.

¹⁴⁴ *ibid.*, pp. 156-9.

¹⁴⁵ *ibid.*, pp. 165-9; ma su questo punto si veda anche L. Vagnetti e G. Orlandi, *La 'Descriptio Urbis Romae' di L. B. Alberti*, «Quaderni dell'Ist. di Elementi di Architettura e Rilievo dei Monumenti dell'Università di Genova», I, 1968; pp. 25-88.

¹⁴⁶ H. Saalman, *loc. cit.*, p. 53.

Il passo del biografo è comunque testimonianza di una assai precoce capacità di individuare e segnare le misure degli edifici, che sono quanto abbiamo presupposto nel metodo proposto per disegnare le prime due tavole prospettiche.

Vasari sostiene che:

«Tornando poi da Studio messer Paulo dal Pozzo Toscanelli, et una sera trovandosi in uno orto a cena con certi suoi amici, invitò Filippo; il quale uditolo ragionare de l'arti matematiche, prese tal familiarità con seco che egli imparò la geometria da lui; e se bene Filippo non aveva lettere, gli rendeva sì ragione di tutte le cose con il naturale della pratica e esperienza, che molte volte lo confondeva.»¹⁴⁷

ma risulta che Toscanelli tornasse a Firenze nel 1424¹⁴⁸ e per la *Trinità* di Masaccio viene proposta una datazione al 1425-26¹⁴⁹. L'intervallo di tempo è del tutto insufficiente per collocarvi una messa a punto dell'idea della prospettiva, il rilievo degli ambienti raffigurati nelle due tavole con i problemi che esso poneva, la nascita di un metodo per tracciare le prospettive e la realizzazione delle due tavole prospettiche. Queste debbono infatti precedere nel tempo la *Trinità* di Masaccio, poiché essa le avrebbe rese semplicemente pleonastiche.

La ricostruzione del procedimento impiegato per disegnare le due tavole, proprio per lo stretto legame che individua tra problemi di rilevamento di un ambiente e problemi di una sua raffigurazione prospettica, elimina la necessità di postulare un apporto determinante del Toscanelli alla nascita della prospettiva facendo cadere la principale ragione che poteva indurre a ritardare la datazione degli esperimenti prospettici.

Lo stesso Vasari, del resto, dopo aver detto che Brunelleschi *«imparò la geometria»* dal Toscanelli, si affretta a dissipare ogni dubbio soggiungendo *«e se bene Filippo non aveva lettere, gli rendeva sì ragione di tutte le cose con il naturale della pratica esperienza, che molte volte lo confondeva»*.



Figura B.7 - Tomba di Sisto IV. La Prospettiva (particolare)

¹⁴⁷ Vasari, *loc. cit.*, p. 143. Anche in questo caso il testo è quello dell'edizione del 1568. Nell'edizione del 1550 il passo era il seguente: «Avvenne che tornò da Studio messer Paulo dal Pozzo Toscanelli, et una sera trovandosi in uno orto a cena con certi suoi amici, per farli onore invitarono Filippo; il quale uditolo ragionare de l'arti matematiche, prese tal familiarità con seco che egli imparò la geometria da lui; e se bene Filippo non aveva lettere, gli rendeva sì ragione delle cose con il naturale della pratica e esperienza, che molte volte lo confondeva » (*ibid.*, p. 143).

¹⁴⁸ Si veda E. Garin, *Ritratto di Paolo del Pozzo Toscanelli*, «Belfagor», XII, 1957, pp. 241-245.

¹⁴⁹ Si veda U. Schlegel, *Observations on Masaccio's Trinità Fresco in Santa Maria Novella*, «The Art Bull. », XLV, 1963, p. 19-34; L. Berti, *Masaccio*, Milano 1964, pp. 110-18; e C. Dempsey, *Masaccio's Trinità: Altarpiece or Tomb*, «The Art Bull.», LIV, 1972, pp. 279-281.

Vorrei infine ricordare che al finire del '400, sulla tomba di Sisto IV del Pollaiolo nelle Grotte Vaticane (1493), la *Prospettiva* (Figura B.7) è raffigurata con uno strumento assai simile ad un astrolabio piano che ben si addice al modo qui suggerito per disegnare le due tavole prospettiche del Brunelleschi.

C - L'Alberti e il formarsi della tecnica prospettica.

La prima tavola prospettica del Brunelleschi risolveva, come abbiamo visto, in modo sintetico e unitario i tre principali problemi della prospettiva:

- raffigurare gli oggetti in prospettiva;
- costruire mentalmente come spazio tridimensionale il tracciato prospettico che è disegnato su un piano;
- risolvere in modo univoco il problema inverso della prospettiva: cioè costruire mentalmente in modo univoco quanto è raffigurato nella prospettiva benché da un punto di vista geometrico siano possibili infinite soluzioni.

Inoltre il modo di impostare la visione della tavola prospettica ci porta ad immaginare che l'idea sintetica che ha guidato Brunelleschi ad immaginare la prospettiva possa essere stata il mantenere la stessa disposizione relativa delle congiungenti il punto di vista con i vari punti degli oggetti raffigurati, sia nel guardare la prospettiva che nel guardare gli oggetti al vero.

Seguendo la proposta avanzata nel lavoro sulle tavole prospettiche brunelleschiane citato all'inizio¹⁵⁰, nelle sezioni precedenti abbiamo visto che il modo in cui i tre problemi sopra indicati trovavano soluzione nella prima delle due tavole era legato:

- all'avere mantenuto la stessa disposizione relativa delle congiungenti il punto di vista con i vari punti degli oggetti raffigurati imponendo la stessa scala alla rappresentazione prospettica e alla distanza dell'occhio dell'osservatore dal piano della prospettiva: le congiungenti l'occhio con i vari punti del Battistero risultavano così caratterizzate in azimuth e altezza dagli stessi angoli nella visione della tavoletta e al vero;
- all'avere raffigurato qualcosa di noto, il Battistero, da un punto di vista assai abituale, l'uscita dalla porta centrale del Duomo;
- all'avere usato la riflessione nello specchio piano, dove per abitudine non si localizza il piano dello specchio e dove sia l'ambiente che gli oggetti riflessi sono costruiti mentalmente come tridimensionali.

Venuti meno la riflessione nello specchio piano e il punto di vista obbligato, come già era accaduto nella seconda tavola prospettica, non era più così immediata la costruzione di uno spazio tridimensionale a partire dalla prospettiva.

Se poi gli ambienti raffigurati erano inventati, veniva meno la familiarità con la forma, le dimensioni e le posizioni relative dei vari elementi: venivano quindi a mancare proprio le informazioni che consentivano di dare una restituzione univoca ai tracciati prospettici.

Questi due ordini di problemi vennero risolti sostituendo a una familiarità con gli ambienti raffigurati che derivava dalla loro frequentazione, una familiarità con la loro genesi: legata cioè al rispetto di un certo numero di regole secondo cui gli ambienti erano pensati.

Infatti se assumiamo come paradigma che una serie di archi su pilastri vanno pensati tutti eguali, di eguale altezza all'imposta e snodantesi perpendicolarmente ad una facciata, quando la loro raffigurazione si distende su un piano con grandezze ed altezze degradanti, chi guarda li pensa snodarsi sempre più lontani, in profondità, dando così vita ad una strutturazione tridimensionale dell'ambiente raffigurato. E il paradigma definisce anche la metrica di questo ambiente: quando gli

¹⁵⁰ R. Beltrame, *Gli esperimenti prospettici del Brunelleschi*, Acc. Naz. dei Lincei - Rend. Scienze Morali - Serie VIII, XXVIII, 3-4, 1973, pp. 417-68.

archi sono pensati a tutto sesto si stabilisce infatti un preciso legame tra l'unità di misura lungo la verticale e quella in profondità.

Questo nuovo tipo di familiarità e le regole che la sostengono richiedono al pittore la preliminare definizione metrico-spaziale di tutta la situazione da raffigurare e il pittore si trova così costretto a far proprio e ad affinare un modo di pensare da architetto.

Brunelleschi dette un contributo fondamentale al costituirsi di questo nuovo tipo di familiarità propugnando le regole secondo cui sono pensati gli ambienti attraverso le sue architetture. In esse, come abbiamo visto, il quadrato gioca un ruolo determinante e visivamente sono sottolineati le verticali, le orizzontali, gli allineamenti, le perpendicolari, e i rapporti elementari: 1:1 e 1:2: gli elementi, cioè, che portano a definire la metrica dello spazio.

Infine il metodo con cui Brunelleschi aveva disegnato le sue due tavole prospettiche era, come abbiamo visto, estremamente generale, ma molto legato a tecniche di rilievo dal vero e perciò non poteva venir direttamente impiegato per raffigurare oggetti ed ambienti inventati.

L'apporto di Leon Battista Alberti alla soluzione di questi problemi è stato fondamentale, soprattutto perché egli è l'iniziatore di un approccio geometrico-matematico alla prospettiva posta in atto da Brunelleschi. È infatti sua la presentazione di questa prospettiva come proiezione di un oggetto tridimensionale da un punto su un piano. I suoi contributi a questo problema sono essenzialmente nel *De Pictura*¹⁵¹ di cui possediamo due redazioni di mano dell'autore, una latina ed una in volgare, che vengono datate tra il 1435 e il 1436¹⁵². Qui toccheremo gli aspetti che riguardano il formarsi di una tecnica, di un procedimento geometrico, per disegnare oggetti e ambienti in prospettiva; nella Sezione D discuteremo invece gli aspetti che toccano il problema inverso della prospettiva: il problema cioè di passare dalla prospettiva agli oggetti rappresentati.

Quando si prendono in esame i metodi grafici per disegnare una prospettiva, si possono assumere due modi di ragionare fra loro antitetici nei processi logici che si impiegano per affrontare il problema della rappresentazione prospettica e delle sue regole. Per chiarezza li sintetizzerò qui con terminologia moderna, avvalendomi cioè della consapevolezza attuale.

Ci si può riferire mentalmente alla situazione fisica, tridimensionale, comprendente gli oggetti da raffigurare il piano su cui si proietta e il centro di proiezione. A partire dal centro di proiezione, pensato in certi casi anche come punto ove si trova l'occhio di chi guarda (occhio supposto puntiforme), si mandano allora segmenti di retta ai vari punti dell'oggetto, intersecandoli poi col piano del quadro o prolungandoli sino ad incontrarlo.

Oppure si può ragionare in termini di corrispondenze. Certe linee sono allora il luogo dei punti omologhi di se stessi, e certi punti sono il luogo di concorso delle rette omologhe di quelle che, al vero, hanno una data direzione: che costituiscono cioè un fascio di rette parallele.

Da un punto di vista geometrico, ciascuno dei due modi indicati permette di definire in maniera logicamente completa la prospettiva. Quanto è assunto in un caso come definizione diventa nell'altro proprietà. Se nel primo caso si ha una notevole varietà di scelte per la posizione rispetto agli oggetti dell'osservatore e della superficie su cui si proietta, la stessa varietà sussiste nel secondo modo per la scelta delle linee, dei punti notevoli e delle loro reciproche posizioni.

Ragionando nel primo modo, infatti, si è portati automaticamente ad esplicitare la posizione degli oggetti e del quadro rispetto a un sistema di riferimento solidale con l'osservatore. Nella trattazione dell'Alberti questo sistema di riferimento è costituito dal piano sagittale dell'osservatore, dal piano mediano del suo campo visivo, orizzontale e perpendicolare al piano sagittale, e ha l'origine nel punto di vista.

Nel secondo modo, invece, questi elementi sono fissati in modo implicito, scegliendo punti e

¹⁵¹ L.B. Alberti, *De Pictura*, in *Opere Volgari*, Vol. III, a cura di C. Grayson, Laterza, Bari, 1973.

¹⁵² L.B. Alberti, *De Pictura*, cit., note al testo, pp. 304-7.

rette notevoli del tracciato prospettico: ad esempio la linea di terra, la linea d'orizzonte, il punto principale e i punti di distanza sulla linea d'orizzonte. Non meraviglia perciò che trattatisti come Jean Pélerin, legati di fatto alla seconda maniera di definire la prospettiva, si trovino di fronte ad una problematica concettualmente opposta rispetto a quella dell'ambiente fiorentino.

Il primo modo di ragionare è concreto, fisico, mentre il secondo è tipicamente astratto. Inoltre, il primo stabilisce una corrispondenza tra punti, là dove il secondo, esclusi i punti che, al vero, giacciono sul quadro, fissa una corrispondenza tra rette, ed è una corrispondenza che, scelti opportunamente i fasci di rette, permette di operare direttamente sul piano del disegno evitando il riferimento alla situazione tridimensionale implicito nel primo modo.

Se esaminiamo da questo punto di vista il *De Pictura* dell'Alberti, troviamo che per esporre i fondamenti teorici della rappresentazione prospettica egli si avvale del primo tipo di ragionamento: dobbiamo infatti a lui una definizione geometrica del dipinto come *intersegaione* della piramide visiva.

Giunge a questa definizione attraverso passaggi che è interessante ricordare. Parte infatti da un modo di considerare la visione:

«... poi che ad un solo guardare non solo una superficie si vede ma più, investigheremo in che modo molte insieme giunte si veggano. Vedesti che ciascuna superficie in sé tiene sua piramide, colori e lumi. Ma poi che i corpi sono coperti dalle superficie, tutte le vedute insieme superficie d'uno corpo faranno una piramide di tante minori piramide grvida quanto in quello guardare si vedranno superficie.»¹⁵³

e più oltre:

«Ma ove ... veggiamo essere una sola superficie, o di muro o di tavola, nella quale il pittore studia figurare più superficie comprese nella piramide visiva, converralli in qualche luogo segare a traverso questa piramide, a ciò che simili orli e colori con sue linee il pittore possa dipignendo esprimere.»¹⁵⁴

per giungere infine alla sua famosa definizione:

«Sarà adunque pittura non altro che intersegaione della piramide visiva, sicondo data distanza, posto il centro e costituiti i lumi, in una certa superficie con linee e colori artificiose representata.»¹⁵⁵

Vorrei sottolineare qui un punto che mi sembra di notevole importanza. Da queste argomentazioni dell'Alberti non consegue affatto che intersecando la piramide visiva con un piano si ottenga una pittura che, guardata dal vertice della piramide visiva, dia una percezione uguale a quella originata dal guardare gli oggetti su cui è stata costruita la piramide visiva. Direi anzi che ci troviamo in presenza di una posizione sfumata dell'autore su questa questione, con una tendenza ad evitarne i risvolti teorici; tanto che l'intersecare un'unica piramide visiva è presentato come una sorta di ineluttabile necessità pratica.

Una dimostrazione che l'idea di intersecare un'unica piramide visiva discende da una teoria della visione, potrebbe provare la nascita dell'idea di prospettiva in Alberti per una via diversa da quella che abbiamo dedotto dal primo esperimento prospettico brunelleschiano. Nel *De Pictura* non mi è però riuscito trovare alcun passo in cui sia motivata o dimostrata la concatenazione tra i due fatti. Ritengo quindi che si debba vedere nel *De Pictura* dell'Alberti una lucida e originale riformulazione in termini di geometria dell'idea di prospettiva che aveva portato Brunelleschi a realizzare la sua prima tavola prospettica, ma a proporla insieme il modo di guardarla estremamente attento agli aspetti cognitivi del problema che ci è descritto dal Manetti. E del resto le architetture del

¹⁵³ L.B. Alberti, *De Pictura*, cit., p. 26.

¹⁵⁴ L.B. Alberti, *De Pictura*, cit., p. 28.

¹⁵⁵ L.B. Alberti, *De Pictura*, cit., p. 28.

Brunelleschi sono molto più legate di quelle dell'Alberti ai problemi posti dalla restituzione prospettica, particolarmente il *San Lorenzo* e il *Santo Spirito*. Nelle architetture dell'Alberti, soprattutto a Mantova, possiamo anzi trovare una lucida e validissima rilettura dell'architettura romana a partire dalla *Domus Flavia* che conoscerà in seguito molta fortuna, ma che porta ad un diversissimo ordine di problemi, anche visivi.

In Alberti troviamo così una posizione a prima vista paradossale. La sua attenzione per i problemi sollevati dalla restituzione prospettica è molto bassa, e d'altra parte con il suo metodo contribuirà in modo determinante a stabilire una familiarità con il processo ideativo degli oggetti e degli ambienti raffigurati in prospettiva e quindi a rendere univoca la restituzione prospettica.

Sfortunatamente l'Alberti non sottolinea esplicitamente gli elementi cognitivi impliciti in vari punti della sua trattazione, e il suo modo di proporci la prospettiva ce la fa apparire come una splendida e brillante idea geometrica. Nell'esposizione del suo metodo pratico contamina infatti molto liberamente i due modi di pensare la prospettiva descritti in precedenza. Nel testo italiano l'esposizione del metodo pratico è la seguente:

«(I 20) Trovai adunque io questo modo ottimo. Così in tutte le cose seguendo quanto dissi, ponendo il punto centrico, traendo indi linee alle divisioni della giacente linea del quadrangolo. Ma nelle quantità trasverse, come l'una seguiti l'altra così conosco. Prendo uno picciolo spazio nel quale scrivo una dritta linea, e questa divido in simile parte in quale divisi la linea che giace nel quadrangolo. Poi pongo di sopra uno punto alto da questa linea quanto nel quadrangolo posi el punto centrico alto dalla linea che giace nel quadrangolo, e da questo punto tiro linee a ciascuna divisione segnata in quella prima linea. Poi costituisco quanto io voglia distanza dall'occhio alla pittura, e ivi segno, quanto dicono i matematici, una perpendicolare linea tagliando qualunque truovi linea. Dicesi linea perpendicolare quella linea dritta, quale tagliando un'altra linea dritta fa appresso di se di qua e di qua angoli retti. Questa così perpendicolare linea dove dall'altra sarà tagliata, così mi darà la successione di tutte le trasverse quantità. E a questo modo mi truovo descritto tutti e' paralleli, cioè le braccia quadrate del pavimento nella dipintura, quali quanto sieno dritta-mente descritti a me ne sarà indizio se una medesima ritta linea continoverà diametro di più quadrangoli descritti alla pittura. Dicono i matematici diametro d'uno quadrangolo quella retta linea da uno angolo ad un altro angolo, quale divida in due parti il quadrangolo per modo che d'uno quadrangolo solo sia due triangoli. Fatto questo, io descrivo nel quadrangolo della pittura attraverso una dritta linea dalle inferiori equedistante, quale dall'uno lato all'altro passando super 'l centrico punto divida il quadrangolo. Questa linea a me tiene uno termine quale niuna veduta quantità, non più alta che l'occhio che vede, può sopra giudicare. E questa, perché passa per 'l punto centrico, dicasi linea centrica. Di qui interviene che gli uomini dipinti posti nell'ultimo braccio quadro della dipintura sono minori che gli altri. Qual cosa così essere, la natura medesima a noi dimostra. Veggiamo ne' tempi i capi degli uomini quasi tutti ad una quantità, ma i piedi de' più lontani quasi corrispondere ad i ginocchi de' più presso.»¹⁵⁶

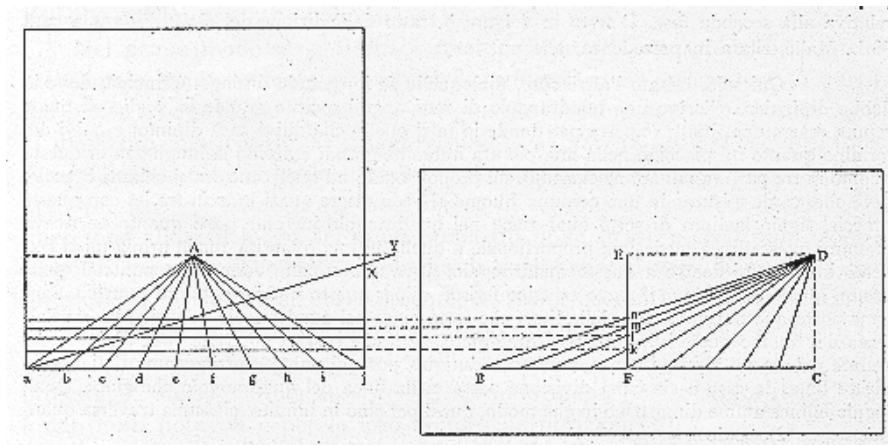
L'interpretazione del procedimento è discussa, per cui preferisco riportare anche il testo latino, molto più chiaro, perché è la lingua in cui l'Alberti e gli studiosi del suo tempo pensavano questi problemi:

«Haec cum ita sint, ipse idcirco optimum hunc adinveni modum. In caeteris omnibus eandem illam et centrici puncti et lineae iacentis divisionem et a puncto linearum ductionem ad singulas iacentis lineae divisiones prosequor. Sed in successivis quantitativis transversis hunc modum servo. Habeo areolam in qua describo lineam unam rectam. Hanc

¹⁵⁶ L.B. Alberti, *De Pictura*, cit., p. 38-40.

divido per eas partes in quas iacens linea quadranguli divisa est. Dehinc pono sursum ab hac linea punctum unicum ad alterum lineae caput perpendicularem tam alte quam est in quadrangulo centricus punctus a iacente divisa quadranguli linea distans, ab hocque puncto ad singulas huius ipsius lineae divisiones singulas lineas duco. Tum quantam velim distantiam esse inter spectantis oculum et picturam statuo, atque illic statuto intercisionis loco, perpendiculari, ut aiunt mathematici, linea intercisionem omnium linearum, quas ea invenerit, efficio. Perpendicularis quidem linea est ea quae aliam rectam lineam dividens angulos utrinque circa se rectos habeat. Igitur haec mihi perpendicularis linea suis percisionibus terminos dabit omnis distantiae quae inter transversas aequedistantes pavimenti lineas esse debeat. Quo pacto omnes pavimenti parallelos descriptos habeo. Est enim parallelus spatium quod intersit inter duas aequedistantes lineas de quibus supra nonnihil tetigimus. Qui quidem quam recte descripti sint inditio erit, si una eademque recta continuata linea in picto pavimento coadiunctorum quadrangulorum diameter sit. Est quidem apud mathematicos diameter quadranguli recta quaedam linea ab angulo ad sibi oppositum angulum ducta, quae in duas partes quadrangulum dividat ita ut ex quadrangulo duos triangulos efficiat. His ergo diligenter absolutis, unam item superduco transversam aequae a ceteris inferioribus distantem lineam, quae duo stantia magni quadrati latera secet, perque punctum centricum permeet. Haec mihi quidem linea est terminus atque limes, quem nulla non plus alta quam sit visentis oculus quantitas excedat. Eaque quod punctum centricum pervadat, ideirco centrica dicatur. Ex quo fit ut qui picti homines in ulteriori parallelo steterint, iidem longe minores sint quam qui in anterioribus adstant, quam rem quidem a natura ipsa ita ostendi palam est. Nam in templis perambulantium hominum capita videmus fere in altum aequalia nutare, pedes vero eorum qui longius absint forte ad genu anteriorum respondere.».

Il grafico riportato di seguito illustra il metodo pratico proposto dall'Alberti e ritengo, con Grayson¹⁵⁷, che non vi siano ambiguità nel testo, soprattutto nella redazione latina. E si noti, tra l'altro, il carattere generale che ha qui la costruzione di aiuto.



Come si vede, quando l'Alberti descrive il modo di disegnare lo scorcio delle perpendicolari al quadro, ricorre per il piano orizzontale quadrettato alla proprietà del punto principale di essere punto di fuga delle rette perpendicolari al quadro; usa quindi il secondo tipo di ragionamento descritto sopra. Per lo scorcio delle orizzontali ricorre invece al primo tipo di ragionamento: si avvale

¹⁵⁷ C. Grayson, L. B. Alberti's 'Costruzione Legittima', «Italian Studies», XIX, 1964, pp. 14-27.

del piano sagittale dell'osservatore e opera per proiezione entro questo piano¹⁵⁸.

Un'identica contaminazione riscontriamo del resto nel *De prospectiva pingendi* di Piero. Anche Piero ricorre alla proiezione nel piano sagittale della visione per determinare la posizione scorciata del lato parallelo alla linea di terra di un quadrato disegnato sul geometrale ed avente un lato coincidente con la linea di terra¹⁵⁹. Poi, però, si avvale della diagonale del quadrato e, preso un punto del lato sulla linea di terra, l'intersezione della diagonale scorciata con la congiungente di tale punto col punto principale gli definisce la profondità di un segmento avente lunghezza pari alla distanza del punto considerato dal vertice di sinistra.

L'uso della diagonale¹⁶⁰, che migliora il sistema albertiano della quadrettatura, permette a Piero un più esteso e sistematico uso del secondo tipo di ragionamento visto in precedenza: esso equivale infatti a un passaggio dal discreto al continuo, poiché la quota in profondità dei punti della diagonale varia con continuità. Piero, quindi, può impiegare la proiezione per una sola retta, anziché per l'intero fascio come è costretto a fare l'Alberti.

Piero conosce la proprietà per cui la diagonale del quadrato di base, che nello scorcio prospettico diventa un quadrangolo, taglia la linea d'orizzonte a una distanza dal punto principale pari a quella che intercorre tra il punto di vista e il quadro¹⁶¹, ma non ne fa un uso sistematico.

La seconda fase del procedimento albertiano, la cosiddetta "costruzione di aiuto", non è riconducibile, soprattutto concettualmente, al punto di distanza: le proprietà di tale punto comportano che le rette proiettanti che da esso si dipartono siano pensate come rette appartenenti all'ambiente raffigurato in prospettiva e non come "raggi visuali". Nel caso dell'Alberti dovrebbe trattarsi delle diagonali dei quadrati in cui è diviso il piano orizzontale di base, ma la descrizione che del metodo è data nel *De Pictura* esclude tale interpretazione perché stabilisce che si deve intersecare con una retta perpendicolare alla linea di base e non con quelle che, confluendo nel "punto centrico", descrivono i lati dei quadrati in cui è diviso il piano di base.

Che l'Alberti sia costretto alla contaminazione, cioè ad avvalersi di un modo di ragionare per "raggi visuali" e "intersecazione" entro un metodo pratico che nasceva invece legato alla corrispondenza tra rette al vero e rette nel tracciato prospettico, è un'ulteriore riprova, desunta ora dalla trattatistica, di quanto abbiamo visto nella Sezione B: che Brunelleschi dovette dare al problema della prospettiva una soluzione generalissima e strettamente coerente con un modo concreto, fisico, di pensare la prospettiva. E ne esce pure confermato che la soluzione brunelleschiana era l'unica tra quelle a cui poteva attingere l'Alberti che consentisse di motivare in maniera completa le

¹⁵⁸ Circa la discussione se il procedimento albertiano sia o no un procedimento che impieghi il punto di distanza, discussione lucidamente riassunta dalla Emiliani Dalai nella citata rassegna su «L'Arte» (pp. 100-1), oltre alle ragioni negative da essa addotte, osserverei che: (1) la retta intersecante è verticale, come la traccia del quadro nel piano sagittale dell'osservatore; (2) l'«*axis visualis*» dei trattati di ottica del medioevo corrisponde piuttosto al «*razzo centrico*» dell'Alberti e quindi dà come proiezione sul quadro un punto, appunto il «*punto centrico*», (3) la costruzione di aiuto, anche supponendo che le divisioni della linea di base siano di lunghezza uguale a quella che avevano nel disegno principale, ha la medesima forma grafica di una costruzione per punto di distanza solo a patto che si verifichi la concomitanza di due condizioni: (a) che il punto centrico sia scelto sulla verticale di una delle divisioni della linea di base del quadrangolo, (b) che il luogo dell'intercissione nella costruzione di aiuto capiti anch'esso sulla verticale di una delle suddivisioni. Ora nulla nel testo albertiano lascia intendere che ciò si verifichi, se non per accidente. Si veda anche: A. Parronchi, *L'operazione del 'levare dalla pianta' nel trattatello albertiano «De Pictura»*, «Rinascimento», II, XVI, 1976, pp. 145-50; e J. Green, P.S. Green, *Alberti's Perspective: a Mathematical Comment*, «The Art Bull.», LXIX, 1987, pp. 641-45.

¹⁵⁹ Si veda il Teor. XII del I Libro, Piero Della Francesca, *loc. cit.*, pp. 74-5.

¹⁶⁰ Si veda il Teor. XV del I Libro, *ibid.*, pp. 78-9.

¹⁶¹ Si veda il Teor. XXIII del I Libro, *ibid.*, p. 87. Nella dimostrazione Piero ragiona però per raggi visuali ed intersezione, e identifica il punto, che nel grafico potrebbe far pensare al nostro punto di distanza, con l'occhio. Se si immagina che l'osservatore cambi direzione dello sguardo si scompagina l'attuale nozione di punto di fuga di un fascio di rette parallele fra loro e al geometrale, ed incidenti il piano della prospettiva secondo un angolo di 45°. Dobbiamo perciò escludere che Piero avesse una nozione assimilabile a quella, attuale, per cui i punti di distanza sono i punti di fuga delle parallele alle rette che nel piano principale, o sul geometrale, incontrano il quadro sotto un angolo di 45°: per noi sono, cioè, dei punti di fuga come il «*punto centrico*» dell'Alberti e nulla, nel testo come nella dimostrazione, lascia intendere che Piero consideri il punto in questione a questo modo.

ragioni del metodo di rappresentazione.

La consapevolezza che traspare dal *Libro dell'arte* del Cennini a proposito della prospettiva è abbastanza disarmante se posta a raffronto con i problemi qui discussi. Nel Cap. LXXXVII è detto:

«Se vuoi fare casamenti, pigliali nel tuo disegno nella grandezza che vuoi, e abbatti le fila...e da' a' casamenti per tutti questa ragione: che la cornice che fai nella sommità del casamento, vuol pendere, da lato verso lo scuro, in giù; la cornice del mezzo del casamento, a mezza faccia, vuol essere ben pari e ugualiva; la cornice del fermamento del casamento, di sotto, vuole alzare in su per lo contrario della cornice di sopra.»¹⁶²

Il legame dell'Alberti con Brunelleschi ci appare ancora più stretto se osserviamo che la configurazione adottata da Brunelleschi per il suo primo esperimento definisce un *tipo* di rappresentazione prospettica caratterizzato non soltanto dalla riduzione dell'occhio dell'osservatore ad un punto e della superficie su cui si disegna ad un piano, ma anche dal fatto che il piano sagittale e il piano mediano di questa visione geometrizzata coincidono con un piano verticale e un piano orizzontale individuati mediante filo a piombo e livella, e che il quadro, oltre ad essere piano, è disposto frontalmente all'osservatore, cioè perpendicolare ed entrambi i piani prima indicati. Brunelleschi utilizza poi, come abbiamo visto, la stessa scala per altezza, larghezza e profondità degli oggetti e degli ambienti raffigurati, e per la distanza dell'osservatore.

L'Alberti fa proprie le scelte del Brunelleschi per quanto attiene al tipo di rappresentazione prospettica. Se ci riferiamo al testo riportato in precedenza, già la definizione di *razzo centrico* è significativa: *«Eccì fra i razzi visivi uno detto centrico. Questo, quando giugnie alla superficie, fa di qua et di qua torno a se gli angoli retti et equali»*. Ma la cosa è ancora più chiara se consideriamo il metodo da lui consigliato per tracciare una prospettiva.

La *«iacens linea quadranguli»* è divisa in parti uguali anche con riferimento al vero; le varie trasversali del pavimento sono parallele ad essa; e la *«linea centrica»*, oltre che passare *«pel punto centrico»*, è anch'essa parallela al lato di base del quadrangolo. Ne discende che il quadro è perpendicolare al piano sagittale dell'osservatore.

Nella "costruzione d'aiuto" l'Alberti determina *«terminos...omnis distantiae quae inter transversas aequae distantes pavimenti lineas esse debeat»* intersecando le varie proiezioni con una retta perpendicolare alla linea su cui aveva tracciato le divisioni. E poiché tale perpendicolare è la traccia del quadro nel piano sagittale dell'osservatore, ne segue che il quadro è un piano perpendicolare anche a quello del pavimento e che il piano orizzontale mediano del campo visivo dell'osservatore è parallelo al pavimento. Ma la "finestra" era un *«quadrangolo di retti angoli»* per cui entrambi questi ultimi piani risultano anche orizzontali.

Le scelte dell'Alberti ci appaiono così identiche a quelle del Brunelleschi nella tavoletta del Battistero. In più egli codifica come piano e orizzontale anche il pavimento.

L'Alberti utilizza anche gli stessi elementi che Brunelleschi andava propugnando con le sue architetture e che inducono l'osservatore ad una strutturazione tridimensionale univoca degli ambienti raffigurati in prospettiva, ma senza sottolinearne questa loro funzione.

Egli suggerisce al pittore un procedimento che equivale ad immaginare i suoi ambienti e i suoi personaggi entro un reticolo a maglie cubiche che si snoda perpendicolarmente al piano della prospettiva, e dove le parallele e le perpendicolari al quadro prospettico hanno una predominanza pressoché totale.

Come abbiamo visto, propone di scorciare dapprima un reticolo a maglie quadrate sul geometrico. Il punto di fuga delle rette perpendicolari al quadro è il punto principale della prospettiva (il suo *punto centrico*), e la scansione in profondità delle orizzontali (i suoi *paralleli*) viene ottenuta con una costruzione di aiuto che corrisponde alla nostra vista laterale in una proiezione ortogonale

¹⁶² Cennino Cennini, *Il libro dell'arte*, ristampa della lezione a cura di R. Simi, Firenze, 1943, p. 76.

del piano della prospettiva, del piano orizzontale e della posizione dell'osservatore.

Per lo scorcio delle altezze suggerisce di fissare metricamente l'altezza della linea di orizzonte assumendo come unità di misura il lato del reticolo a maglie quadrate sul geometrale. In ogni punto del reticolo scorciato sul geometrale la distanza di questo dalla linea di orizzonte fornisce il valore scorciato di un segmento verticale pari all'altezza della linea d'orizzonte.

Propone infine al pittore di trasportare le misure dei vari elementi degli edifici che intende raffigurare usando come unità di misura il lato della maglia del reticolo cubico scorciato in precedenza.

Il testo italiano è infatti il seguente:

«Nel pavimento scritto con sue linee e paraleli sono da edificare muri e simili superficie quali appellammo giacenti. Qui adunque dirò brevissimo quello che io faccio. Principio, comincio dai fondamenti. Pongo la larghezza e la lunghezza de' muri ne' suoi paraleli, in quale descrizione seguo la natura, in qual veggio che di niuno quadrato corpo, quale abbia retti angoli, ad uno tratto posso vedere d'intorno più che due facce congiunte. Così io questo osservo descrivendo i fondamenti dei pareti; e sempre in prima comincio dalle più prossimane superficie, massime da quelle quali equalmente sieno distanti dalla interseguazione. Queste adunque metto inanzi l'altre, descrivendo loro latitudine e longitudine in quelli paraleli del pavimento, in modo che quante io voglia occupare braccia, tanto prendo paraleli. E a ritrovare il mezzo di ciascuno paralelo truovo dove l'uno e l'altro diametro si sega insieme, e così quanto voglio i fondamenti descrivo. Poi l'altezza segno con ordine non difficilissimo. Conosco l'altezza del parete in sé tenere questa proporzione, che quanto sia dal luogo onde essa nasce sul pavimento per sino alla centrica linea, con quella medesima in su crescere. Onde se vorrai questa quantità dal pavimento persino alla centrica linea essere l'altezza d'uno uomo, saranno adunque queste braccia tre. Tu adunque volendo il parete tuo essere braccia dodici, tre volte tanto andrai su in alto quanto sia dalla centrica linea persino a quel luogo del pavimento. Con queste ragioni così possiamo disegnare tutte le superficie quali abbiano angolo.»¹⁶³

Nel testo latino, al solito più univoco, abbiamo:

«Denique meministi quae de pavimenti parallelis et centrico puncto atque linea disserui. In pavimento ergo parallelis inscripto alae murorum et quaevis huiusmodi, quas incumbentes nuncupavimus superficies, coaedificandae sunt. Dicam ergo breviter quid ipse in hac coaedificatione efficiam. Principio ab ipsis fundamentis exordium capio. Latitudinem enim et longitudinem murorum in pavimento describo, in qua quidem descriptione illud a natura animadverti nullius quadrati corporis rectorum angulorum plus quam duas solo incumbentes iunctas superficies uno aspectu posse videri. Ergo in describendis parietum fundamentis id observo ut solum ea latera circumeam quae sub aspectu pateant; ac primo semper a proximioribus superficiebus incipio, maxime ab his quae aequae ab intercisione distant. Itaque has ego ante alias conscribo, atque quam velim esse harum ipsarum longitudinem ac latitudinem ipsis in pavimento descriptis parallelis constituo, nam quot ea velim esse braccia tot mihi paralelos assumo. Medium vero parallelorum ex utriusque diametri mutua sectione accipio. Nam diametri a diametro interseccio medium sui quadranguli locum possidet. Itaque hac parallelorum mensura pulchre latitudinem atque longitudinem surgentium a solo moenium conscribo. Tum altitudinem quoque superficierum hinc non difficillime assequor. Nam quae mensura est inter centricam lineam et eum pavimenti locum unde aedificii quantitas insurgit, eandem mensuram tota illa quantitas servabit. Quod si voles istanc quantitatem ab solo esse usque in sublime quater quam est hominis picti longitudo,

¹⁶³ L. B. Alberti, *Opere volgari*. Vol. III, cit., pp. 58-61.

et fuerit linea centrica ad hominis altitudinem posita, erunt tunc quidem ab infimo quantitatis capite usque ad centricam lineam brachia tria. Tu vero qui istanc quantitatem vis usque ad brachia xii excrecere, ter tantundem quantum est a centrica usque ad inferius quantitatis caput sursum versus educito. Ergo ex his quas retulimus rationibus pingendi probe possumus omnes angulares superficies circumscribere.».

In questa maniera l'Alberti stabilisce anche la familiarità con una genesi ideativa degli ambienti raffigurati congruente con quella che Brunelleschi andava propugnando con le sue architetture.

Discutendo la prima tavola prospettica del Brunelleschi abbiamo visto che nella percezione del dipinto riflesso nello specchio piano si voleva conservata la posizione relativa nello spazio di quelli che l'Alberti chiama raggi visuali. Essa, come si è detto, appare l'idea che guida tutta l'impostazione della primo esperimento prospettico brunelleschiano, a da essa consegue la possibilità di rappresentare indifferentemente oggetti che stanno davanti e dietro il piano della prospettiva. Inoltre gli oggetti molto lontani, come le nuvole nel cielo, non sono disegnate ma viste attraverso una doppia riflessione. Rappresentazione prospettica e sua percezione sono pensate insieme e diventano così inscindibili.

L'Alberti si appoggia invece all'intersezione della piramide visiva, l'occhio posto nel foro della tavoletta brunelleschiana diventa ora un punto geometrico: il nostro centro di proiezione; e non vi è menzione dello specchio. Diventano così possibili due modi di pensare la prospettiva: come visione, immaginando di guardare con un occhio posto nel punto di vista; e come "intersecazione", ponendosi fuori e guardando gli oggetti, le proiettrici e l'intersezione col piano della prospettiva.

I due modi coesistono e accompagnano subito lo sviluppo e l'utilizzo della prospettiva. E il secondo porta a pensare la prospettiva come una forma di rappresentazione convenzionale, su un piano, di uno spazio tridimensionale che ha le proprietà dei nostri spazi euclidei.

Sfortunatamente questo secondo modo introduce uno schema che non è di alcuna utilità per una teoria della visione. Può risultare addirittura fuorviante se non si sottolinea che esso presuppone noti gli oggetti e la loro disposizione nello spazio: cioè proprio quello che ci si propone di spiegare come risultato in una teoria della visione e più in generale dei processi cognitivi.

Inoltre il procedimento pratico proposto dall'Alberti contiene una declinazione geometrica dove le scelte fondamentali sono implicite. Una chiara consapevolezza di questo fatto avrebbe consentito di usarlo con opportuni artifici anche quando gli ambienti si snodano in profondità lungo direzioni oblique rispetto al quadro della prospettiva; ma il procedimento è presentato a sè stante senza aperture che consentano di variarlo o generalizzarlo. I pittori si trovarono quindi a dover immaginare procedimenti diversi per i casi in cui la scansione in profondità degli ambienti non è data da elementi disposti lungo perpendicolari al quadro della prospettiva. E questo spiega anche lo sviluppo lungo e articolato della trattatistica prospettica rinascimentale.

Per gli stessi motivi il procedimento albertiano si attaglia bene soltanto ad architetture costituite da solidi regolari semplici, ma fallisce per altre situazioni tra cui il paesaggio naturale¹⁶⁴. Qui dovremmo però aprire un nuovo e diverso fronte di indagine, assai vasto e ramificato che, come si è già notato, ci porterebbe molto lontano dai limiti programmati per questo lavoro.

Va però sottolineato che proprio il brillante approccio geometrico porta l'Alberti a proporre un metodo che implicitamente dà i caratteri matematici dei nostri spazi euclidei allo spazio in cui sono pensati gli oggetti rappresentati in prospettiva.

¹⁶⁴ Vi è inoltre la rappresentazione prospettica di città, sulla quale si può vedere l'interessante lavoro di L. Nuti, *The Perspective Plan in the Sixteenth Century: The Invention of a Representation Language*, «The Art Bull.», LXXVI, 1994, pp. 105-128.

D - Sul problema inverso della prospettiva

Il problema inverso della prospettiva consiste, come abbiamo visto, nel passare dal tracciato prospettico alla situazione tridimensionale rappresentata, e per noi oggi è pacifico che esso ammette da un punto di vista geometrico infinite soluzioni.

Queste infinite possibilità concernono in eguale misura la forma e le dimensioni degli oggetti raffigurati, e la loro distanza e orientamento rispetto al piano della prospettiva. Come si vede il riconoscimento degli oggetti è presupposto; il problema ha quindi legami assai stretti con la gnoseologia e richiederebbe una trattazione specifica.

Qui mi limito a segnalare che la consapevolezza a proposito del problema inverso della prospettiva presenta nella trattatistica un curioso andamento oscillante esemplificato dai passi che seguono. Al termine di questa breve presentazione cercheremo di proporre una spiegazione.

La non linearità della relazione tra l'angolo sotto cui è visto un oggetto e la distanza di questo dall'osservatore era un fatto noto dall'antichità: la troviamo asserita dal Teorema VIII della *Prospettiva* di Euclide, che era allora identificato con l'autore degli *Elementa*, mentre oggi si pensa sia un suo omonimo.

Vi è stata una certa discussione su tale teorema, innescata da Panofsky¹⁶⁵, e facilitata da un testo che ci è giunto piuttosto sibillino. Nell'edizione di Heiberg¹⁶⁶, la versione latina del testo è:

«Æquales et æquidistantes magnitudines inequaliter distantes ab oculo non proportionaliter spatiis uidentur».

Ritengo colga meglio il nocciolo del problema la traduzione del Danti, dove il teorema in questione è espresso dal testo seguente:

*«Le grandezze eguali, che inegualmente sono lontane dall'occhio, non osseruano la medesima ragione negl'angoli, che nelle distantie»*¹⁶⁷.

Tale teorema riconosce che la relazione in questione è non lineare, e per dimostrarlo il Danti usa il medesimo impianto da noi usato per dedurre la formula:

$$\tan \phi = h/d$$

dove l'angolo, cioè, è misurato rispetto al raggio principale.

Il Pelacani, e ci riferiamo volutamente ad autore abbastanza vicino al Brunelleschi¹⁶⁸, aveva esplicitamente sottolineato che l'angolo sotto cui è visto un oggetto non basta da solo ad individuarne la grandezza. Troviamo infatti nel I Libro delle sue *Quæstiones perspectivæ*:

*«quæritur sextodecimo utrum in apprehensione visibilium eorum proportio proportionem insequatur angulorum»*¹⁶⁹.

Le conclusioni che interessano il nostro problema sono:

«Quinta conclusio: quantitas anguli sub quo res videtur non sufficit pro quantitate rei visi-

¹⁶⁵ E. Panofsky, *Die Perspective als 'symbolische Form'*, Berlin, Teubner, 1927 (in traduzione italiana ne: *La prospettiva come 'forma simbolica' e altri scritti*, Milano, 1961).

¹⁶⁶ *Euclidis Optica, Opticorum recensio Theonis, Catoptrica, cum scolii antiquis*, ed. I.L. Heiberg, Lipsia, 1895.

¹⁶⁷ I. Danti, *La prospettiva di Euclide*, Firenze, Giunti, 1573, p. 27.

¹⁶⁸ Come abbiamo ricordato in precedenza, il Pelacani nel 1388 insegnava nello Studio fiorentino e la prima redazione delle sue *Quæstiones* è collocata attorno al 1390.

¹⁶⁹ G. Federici Vescovini, "La prospettiva del Brunelleschi, Alhazen e Biagio Pelacani a Firenze", in *Filippo Brunelleschi. La sua opera e il suo tempo*, Atti del Convegno Intern. di Studi, Firenze 16-20 ott. 1977, Firenze, 1980, p. 346.

bilis deprendenda. Patet conclusio, quia eadem res potuit videri sub angulo recto et sub minori quantumlibet secundum quod in alia distantia et alia ad oculum se habebit, quae conclusio, sic deducta, est pro parte, responsalis.

Sexta conclusio: proportio obiectorum in quantitate non insequitur proportionem angulorum sub quibus oculo deprendantur. Quae conclusio cum praecedente determinat quod quaerebatur a principio. Probatur conclusio, quia obiecta aequalia sub inaequalibus et inaequalia sub aequalibus angulis saepissime deprenduntur.

Septima conclusio: ad iudicandum quantum sic hoc vel illud potentia visiva non sufficit. Probatur conclusio quia deprendere hoc quantum sit est deprendere proportionem eius ad quantitatem famosam uti dixit una evidentia. Modo hoc non potuit fieri sine relatione et illatione. Sed cum potentia visiva non sit virtus illativa, ut dixit alia evidentia, sequitur conclusio.»¹⁷⁰.

L'Alberti nel *De Pictura* scrive:

«Coi razzi estremi si misurano le quantità, Quantità si chiama ogni spazio super la superficie qual sia da un punto all'orlo dell'altro. Onde si vuol dire che al vedere si fa triangolo, la basa del quale sia la veduta quantità e i lati sono questi razzi, i quali dai punti della quantità si estendono sino all'occhio. ... Gli angoli in questo triangolo visivo sono prima i due punti della quantità; il terzo quale sia opposto alla base, sta dentro l'occhio. Sono qui regole: quanto all'occhio l'angolo sarà acuto, tanto la veduta quantità parrà minore.»¹⁷¹.

L'affermazione è corretta se riferita alla relazione tra angolo visivo e grandezza dell'intersezione su uno stesso piano. In questo modo però si cancella il problema inverso della prospettiva che sorge proprio dal fatto che l'angolo visivo individua al più il rapporto tra la grandezza dell'oggetto e la sua distanza.

Più sfuggente il *De Prospectiva Pingendi* di Piero della Francesca, dove troviamo:

«Tucte le base vedute socto uno medesimo angolo, ben che le sieno diversamente poste, s'apresentano a l'ochio equali.»¹⁷²

affermazione inesatta anch'essa se ci si riferisce alla grandezza dell'oggetto, esatta se l'eguaglianza riguarda le intersezioni, ma in quest'ultimo caso è anche tautologica. Anche qui l'autore ritiene di non dover sottolineare alcun problema.

Fa eccezione Leonardo, nel Manoscritto D, ritenuto degli anni attorno al 1510, dove osserva più esplicitamente:

«Quella proporzione che hanno i siti degli obbietti sparsi per le campagne antiposte all'occhio non è mai simile alla proporzione dei simulacri sparsi sopra esso occhio, se tali obbietti non sono equidistanti dalla curvità dell'occhio.»¹⁷³

Qui i *simulacri* sono già posti in relazione al gioco congiunto di grandezza e distanza. Anche in questo caso, tuttavia, l'affermazione non può venir usata per il problema inverso della prospettiva.

La posizione del Danti nel 1573, data di edizione della sua traduzione e commento alla *Prospettiva* di Euclide, è analoga a quella assunta dall'Alberti. Incidentalmente possiamo notare che la *Suppositione Seconda*:

«La figura compresa da' raggi uisuali, è un Cono, la cui punta è nell'occhio, e la basa è

¹⁷⁰ G. Federici Vescovini, "La prospettiva del Brunelleschi, Alhazen e Biagio Pelacani a Firenze", *cit.*, p. 346 3 segg.

¹⁷¹ L.B. Alberti, *De Pictura*, *cit.*, I, 6, pp. 16-18.

¹⁷² Piero della Francesca, *loc. cit.*, Libro I, Prop. II.

¹⁷³ Leonardo da Vinci, *Manoscritti C e D*, Ed. N. De Toni, Grenoble, Roissard, 1964, Man D, 10 r.

nella estremità della cosa ueduta.»¹⁷⁴

ha una formulazione molto vicina a quella che abbiamo prima incontrato nella redazione in volgare del *De Pictura* dell'Alberti.

Per il problema inverso della prospettiva è interessante la Suppositione Quinta:

«Quelle cose che sotto maggiore angolo si ueggono, ci appariscono maggiori»¹⁷⁵

e l'analogia Suppositione Sesta:

«Quelle cose che sotto minore angolo si ueggono, ci appariscono minori»¹⁷⁶

ma è soprattutto interessante il commento del Danti che, ovviamente, riguarda solo la prima delle due. Egli argomenta che gli angoli al centro di un cerchio individuano sulla circonferenza archi la cui lunghezza è proporzionale all'ampiezza dell'angolo sotteso. Sul legame tra questa affermazione, esatta, e la *Suppositione*, cioè il vedere, Danti non spende parola alcuna, neppure quando più oltre sostituisce al cerchio segmenti rettilinei.

Nei suoi *Ad Vitellionem Paralipomena* pubblicato nel 1604¹⁷⁷, Keplero pone già chiaramente l'esistenza di un problema inverso della prospettiva. Egli tenta infatti di estendere la nozione di triangolo distanziometrico, propria della visione binoculare, ad una triangolazione avente come base il diametro della pupilla; da questo procedimento si otterrebbe anche l'informazione della distanza dei punti dell'oggetto quando non sia possibile la visione binoculare¹⁷⁸. Tale triangolazione è però difficilmente sostenibile, poiché:

- l'approssimazione che si può pensare di ottenere con tale procedimento è assai bassa: si dovrebbe infatti apprezzare l'ampiezza di un angolo al vertice del triangolo distanziometrico che ha sempre valori molto piccoli: per distanze sui 10 m, ad esempio, è già di pochi centesimi di grado, e la triangolazione dovrebbe servire anche per distanze maggiori;
- essa non rende conto di una serie di illusioni ottiche relative a grandezza e posizione degli oggetti nella percezione visiva, che, come abbiamo visto nella Sezione A, si riscontrano sperimentalmente.

In Cartesio troviamo invece un tipo di consapevolezza molto vicina alla nostra. Ne *La Dioptrique*, uno degli *Essays* del *Discours de la Méthode* che uscì a Leida nel 1637, al *Discours Sixième* che tratta della visione, troviamo:

«A savoir, leur grandeur s'estime par la connaissance, ou l'opinion, qu'on a de leur distance, comparée avec la grandeur des images qu'ils impriment au fond de l'œil; et non pas absolument par la grandeur de ces images, ansi qu'il est assez manifeste de ce que, encore qu'elles soient, par exemple, cent fois plus grandes, lorsque les objets sont fort proches de nous, que lorsqu'ils en sont dix fois plus éloignés, elle ne nous le font point voir pour cela cent fois plus grands, mais presque égaux, au moins si leur distance ne nous trompe.»¹⁷⁹

E l'insistenza sugli esempi che mettono in crisi la tesi di una percezione della grandezza basata unicamente sull'ampiezza dell'angolo visivo, ci porta a pensare ad una discussione, o ad una polemica, ancora vive. Quanto alla valutazione della distanza, Cartesio si rifà a considerazioni molto prossime a quelle che Leonardo esponeva a proposito della prospettiva aerea.

¹⁷⁴ I. Danti, *La prospettiva di Euclide*, cit., p. 9.

¹⁷⁵ *ibid.*, p. 12.

¹⁷⁶ *ibid.*, p. 12.

¹⁷⁷ J. Keplero, *Ad Vitellionem Paralipomena*, Francoforte, 1604.

¹⁷⁸ Su questo e su altri punti trattati in questa sezione si veda V. Ronchi, *Sui fondamenti dell'acustica e dell'ottica*, Firenze, Olschki, 1967, pp.165 segg.; dove, però, il problema inverso della prospettiva non è esplicitamente discusso.

¹⁷⁹ R. Descartes, *Discours de la Méthode. La Dioptrique. Œvres et Léttrés*. Paris, Gallimard, p. 224.

La dimostrazione che da un punto di vista geometrico il problema inverso della prospettiva non ammette un'unica soluzione sembra sia stata data, come abbiamo ricordato, da Dèsgargues in un trattato del 1639 di cui non possediamo il testo e di cui il Bosse pubblicò alcuni risultati in appendice ad un suo volume sulla prospettiva pubblicato nel 1648. Anche Pascal dette contributi alla questione in lavori riferibili al 1640 e anch'essi apparentemente senza seguito nel tempo suo¹⁸⁰.

Kubovy¹⁸¹ ricorda che per avere una trattazione estesa e ricca di esempi del problema inverso della prospettiva bisogna arrivare al *Traité de Perspective Linéaire* di Jules de la Gournerie, che è del 1884.

Per comprendere i motivi di questa oscillazione nella trattatistica possiamo notare che la dinamica grandezza/distanza presenta una complessità che si manifesta con molta evidenza quando si varia l'ordine di grandezza della distanza degli oggetti.

Se paragoniamo tra loro le esperienze che si riferiscono alla percezione di uno stesso oggetto visto da distanze molto differenti, ad esempio la stessa casa vista da dieci metri o da un chilometro di distanza, ne concludiamo che vista da lontano ci appare più piccola, nel senso che nel nostro campo visivo occupa un'estensione simile a quella di un oggetto piccolo visto da vicino.

Tutto ciò non intacca la nozione di grandezza dell'oggetto e della sua distanza che usiamo come paradigma; queste spesso, come nel caso degli astri, né derivano da, né hanno un corrispettivo in termini di esperienza percettiva.

Parliamo infatti di grandezza e di distanza apparenti e siamo preparati a una loro dipendenza da vari fattori, primi fra tutti l'illuminazione e la limpidezza dell'aria: con mare spianato da vento di terra, o dall'aereo, e cielo terso, le distanze ci appaiono decisamente minori.

A determinare la grandezza apparente di un oggetto interviene anche la compresenza nel campo visivo di più oggetti e il gioco delle relazioni tra gli angoli visivi ad essi associati e tra le grandezze che gli oggetti sono pensati avere. Infatti cambiando il contesto può cambiare anche fortemente la grandezza apparente di uno stesso oggetto a parità delle altre condizioni.

Il sole e la luna in prossimità dell'orizzonte ci appaiono assai più grandi di quando sono alti nel cielo, e l'angolo visivo da essi sotteso è chiaramente lo stesso nei due casi. Se ci riferiamo ad uno schema in cui grandezza e distanza sono correlate dall'angolo visivo, dobbiamo pensare che intervenga una differente distanza a cui sono posti mentalmente gli oggetti: maggiore quando sono bassi sull'orizzonte, per effetto degli oggetti noti, alberi, costruzioni, che si interpongono nel campo visivo. Tale distanza è peraltro diversa in entrambi i casi da quella, che pure conosciamo, ottenuta dai calcoli astronomici e dall'esplorazione spaziale.

La proporzionalità tra grandezza dell'oggetto e angolo visivo equivale a legare la grandezza dell'oggetto alla superficie occupata nel campo visivo. È un'ipotesi molto semplice e noi oggi la consideriamo un caso estremo. Essa è accettabile, ma solo in prima approssimazione, se le distanze degli oggetti dall'osservatore sono molto grandi e differenti tra loro. All'estremo opposto abbiamo infatti il caso delle nostre mani che vengono spesso ad essere a distanze dall'occhio una doppia dell'altra, o più: gli angoli visivi sono molto diversi, ma mettendo in gioco la nozione delle differenti distanze vediamo le due mani della stessa grandezza. La questione è ancora oggi aperta per i casi intermedi, soprattutto per gli aspetti quantitativi.

Le oscillazioni nel problema inverso della prospettiva nascono proprio dal teorizzare la proporzionalità tra grandezza dell'oggetto e angolo visivo come fatto generale. Questa posizione, che è errata, ha nascosto alla trattatistica rinascimentale proprio il peso dei fattori nozionali nel determinare la costruzione e la scansione dello spazio tridimensionale a partire dal tracciato prospettico.

Si comprende però meglio la posizione dell'Alberti, che di questa trattatistica è l'iniziatore, se

¹⁸⁰ Sulla questione si veda ad esempio Morris Kline, "Projective Geometry", in *The world of mathematics*, Ed. J.R. Newman, New York, 1956, pp. 621-41.

¹⁸¹ M. Kubovy, *The psychology of perspective and Renaissance art*, Cambridge University Press, 1986, a p. 28.

si fa l'ipotesi che egli avesse ben presente la non linearità della relazione tra angolo visivo e distanza a parità di grandezza dell'oggetto, e tra angolo visivo e grandezza dell'oggetto a parità di distanza.

Questa non linearità complicava non poco la teoria e la pratica, perché introduceva una difficoltà di fatto insormontabile senza gli sviluppi e le tabulazioni della nostra trigonometria. Lo si può dedurre a posteriori dai *Ludi Rerum Mathematicarum*, che si ritiene siano stati composti prima del 1452¹⁸², dove l'Alberti è estremamente attento ad evitare problemi non lineari coinvolgenti angoli. Troviamo invece una bellissima scelta di problemi che si possono trattare geometricamente come problemi lineari, utilizzando la similitudine dei triangoli o la proporzionalità di segmenti intercettati da un fascio di rette parallele su due trasversali. Nei rari casi in cui ciò non è possibile sono proposti metodi grafici.

Nel primo esperimento prospettico brunelleschiano il piano della tavoletta con il disegno della prospettiva va a mio avviso interpretata come un mezzo per riavere, nella visione attraverso lo specchio, i 'raggi visuali' con la stessa disposizione nello spazio che questi avevano nella visione dal punto di stazione prescelto. Esso è quindi un modo di generare l'immagine virtuale della riflessione in uno specchio piano degli oggetti e degli ambienti raffigurati. A questa interpretazione mi sono appoggiato per spiegare la genesi della prima tavola prospettica e del modo di disegnarla: quindi l'ho implicitamente attribuita al Brunelleschi.

L'Alberti introduce invece esplicitamente l'intersezione del fascio di proiettrici con un piano, e l'intersezione poteva venire pensata anche come un modo di stabilire una relazione tra le grandezze di oggetti posti a differenti distanze e le grandezze delle relative intersezioni su un piano. Le relazioni in questione diventano tuttavia lineari solo se valgono alcune ulteriori ipotesi. Anzitutto la grandezza dell'oggetto deve essere rappresentata da un segmento parallelo al piano della prospettiva; inoltre la relazione tra grandezza e proiezione è lineare soltanto a parità di distanza, e la relazione tra distanza e proiezione è lineare soltanto a parità di grandezza. Il problema diventa allora trattabile col calcolo aritmetico e con uno dei più eleganti e semplici strumenti della geometria: la similitudine dei triangoli.

All'Alberti, che ha forti interessi matematici, questo modo di aggirare la non linearità introdotta dall'angolo visivo dovette apparire un salto di qualità di immensa portata, anche teorica. E si capisce il suo genuino entusiasmo per la nuova idea. Egli, però, si innamora un po' troppo del grandissimo valore aggiunto della linearizzazione, col risultato di passare sotto silenzio le ipotesi sotto cui è valida. Sfortunatamente queste ipotesi non sono geometricamente compatibili con l'affermazione che la grandezza di un oggetto sia sempre proporzionale all'angolo sotto cui è visto dal centro di proiezione. Quindi, fatta quest'ultima affermazione, si è costretti ad evitare la trattazione geometrica del problema inverso della prospettiva. Ma si è soprattutto costretti ad ignorare quanto risulti problematico ribaltare la proiezione prospettica sulla percezione degli oggetti e degli ambienti raffigurati, e questo anche sulla base della fenomenologia nota al tempo dell'Alberti, di cui abbiamo visto un esempio nelle *Quæstiones* del Pelacani. Di queste difficoltà troviamo riprova nel modo in cui l'Alberti giunge alla definizione geometrica del dipinto come *intersegtione* della piramide visiva.

Avendo affermato che:

«Coi razzi estremi si misurano le quantità, Quantità si chiama ogni spazio super la superficie qual sia da un punto all'orlo dell'altro. Onde si suol dire che al vedere si fa triangolo, la basa del quale sia la veduta quantità e i lati sono questi razzi, i quali dai punti della quantità si estendono sino all'occhio. ... Gli angoli in questo triangolo visivo sono prima i due punti della quantità; il terzo quale sia opposto alla base, sta dentro l'occhio. Sono qui regole: quanto all'occhio l'angolo sarà acuto, tanto la veduta quantità

¹⁸² Una data abbastanza lontana dalla stesura del *De Pictura* che è datato al 1436.

parrà minore.»¹⁸³.

parte da un modo di considerare la visione:

«... poi che ad un solo guardare non solo una superficie si vede ma più, investigheremo in che modo molte insieme giunte si veggano. Vedesti che ciascuna superficie in sé tiene sua piramide, colori e lumi. Ma poi che i corpi sono coperti dalle superficie, tutte le vedute insieme superficie d'uno corpo faranno una piramide di tante minori piramide grvida quanto in quello guardare si vedranno superficie.»¹⁸⁴

e più oltre:

«Ma ove ... veggiamo essere una sola superficie, o di muro o di tavola, nella quale il pittore studia figurare più superficie comprese nella piramide visiva, converralli in qualche luogo segare a traverso questa piramide, a ciò che simili orli e colori con sue linee il pittore possa dipignendo esprimere.»¹⁸⁵

per giungere infine alla sua definizione:

«Sarà adunque pittura non altro che interseguazione della piramide visiva, secondo data distanza, posto il centro e costituiti i lumi, in una certa superficie con linee e colori artificiose rappresentata.»¹⁸⁶.

Le ipotesi viste in precedenza vengono tuttavia introdotte dall'Alberti, in parte nel modo proposto per misurare le *quantità*, e per intero nel suo metodo per disegnare le prospettive. Nella Sezione C, infatti, abbiamo visto che il metodo proposto dall'Alberti nel suo trattato corrisponde a scorciare un reticolo a maglie cubiche appoggiato al geometrico¹⁸⁷. Inoltre il modo che egli suggerisce per lo scorcio delle altezze degli oggetti implica che esse siano misurate verticalmente a partire dal geometrico; geometricamente esse sono cioè dei segmenti verticali con uno degli estremi sul geometrico. Questa scelta e il reticolo a maglie cubiche rendono biunivoca e lineare nei due sensi la corrispondenza tra questi segmenti e le loro proiezioni sul piano della prospettiva. In queste ipotesi, poi, la dipendenza monotona tra proiezione sul piano della prospettiva e angolo sotteso vale anche per la grandezza dell'oggetto proiettato.

Riferite alla pittura le due ipotesi equivalgono a pensare sia gli oggetti che le persone, verticali e appoggiate al geometrico. Si tratta di ipotesi ragionevoli per una schematizzazione geometrica, ma la seconda è parecchio limitativa per i pittori, e si troveranno diverse astuzie per aggirarle a cominciare dalla presenza di personaggi in posizione eretta che individuano la scansione metrica locale e consentono di collocare nel posto e nella posizione pensati dal pittore i personaggi vicini che per esigenza di narrazione sono pensati chinati o distesi per terra.

Come si è detto le ipotesi albertiane contribuirono ad affermare regole comuni di ideazione degli ambienti raffigurati nelle prospettive che abbiamo visto essere essenziale per l'univocità della loro restituzione prospettica nel caso in cui tali ambienti siano inventati dal pittore. Le difficoltà nacquero dal fatto che queste ipotesi non sono indicate in maniera esplicita dall'Alberti, che, come abbiamo visto, presenta la dipendenza monotona della grandezza dell'oggetto dall'angolo sotteso come un fatto primario e incondizionatamente vero. Ma soprattutto non viene affatto detto che da esse, o da altre equivalenti, dipende la restituzione univoca del tracciato prospettico. L'univocità della strutturazione tridimensionale dell'ambiente e della scena raffigurata è data invece per pacifica e con essa la soluzione del problema inverso della prospettiva.

¹⁸³ L.B. Alberti, *De Pictura*, cit., I, 6, pp. 16-18.

¹⁸⁴ L.B. Alberti, *De Pictura*, cit., p. 26.

¹⁸⁵ L.B. Alberti, *De Pictura*, cit., p. 28.

¹⁸⁶ L.B. Alberti, *De Pictura*, cit., p. 28.

¹⁸⁷ Diventa appoggiato anche al piano della prospettiva se nella costruzione di aiuto la verticale su cui si prendono le distanze dei vari «paralleli» coincide con la traccia di tale piano.

L'avere affrontato questi problemi nel contesto di un metodo pratico, rende difficile stabilire con sicurezza quanto l'Alberti li avesse chiari. Trovo invece difficile pensare la stessa cosa per il Danti, in cui ritroviamo, più di un secolo dopo, la medesima posizione e un'identica mancanza di chiarezza in un contesto dichiaratamente teorico. Il suo commento alla traduzione della *Prospettiva* di Euclide, soprattutto alle *Suppositioni* che abbiamo riportato in precedenza, è sotto questo profilo paradigmatico. Inoltre è piuttosto inverosimile supporre che il Danti non conoscesse le *Quæstiones* del Pelacani o i loro antecedenti culturali; nel commento non se ne fa parola, ed è difficile concedere al Danti la buona fede.

A parziale giustificazione possiamo ricordare che il Danti segue la teoria secondo cui i raggi visuali sono inviati dall'occhio, per cui la percezione viene ad essere fondata su presupposti profondamente diversi dai nostri; ma tutto questo non giustifica affatto l'avere deciso di non indicare nelle sue annotazioni che un oggetto vicino più piccolo e un oggetto lontano più grande possono sottendere angoli uguali.

Ne derivò un inciampo enorme non solo per il problema inverso della prospettiva, ma soprattutto per porre correttamente le implicazioni gnoseologiche di cui tale problema era un chiaro sintomo. Ancora oggi, del resto, a secoli di distanza, è difficile trovare sottolineato con l'evidenza che ci aspetterebbe il fatto che non sussistono corrispondenze biunivoche tra oggetti, configurazione spaziale della stimolazione da essi indotta sulla retina e risultato della percezione.

E - Sulla non linearità del legame tra angolo visivo e rapporto h/d .

La relazione che abbiamo visto legare nelle condizioni particolari precedentemente viste, l'angolo visivo, la grandezza h e la distanza d di un oggetto, si presta poi ad alcuni commenti. Essa nella forma:

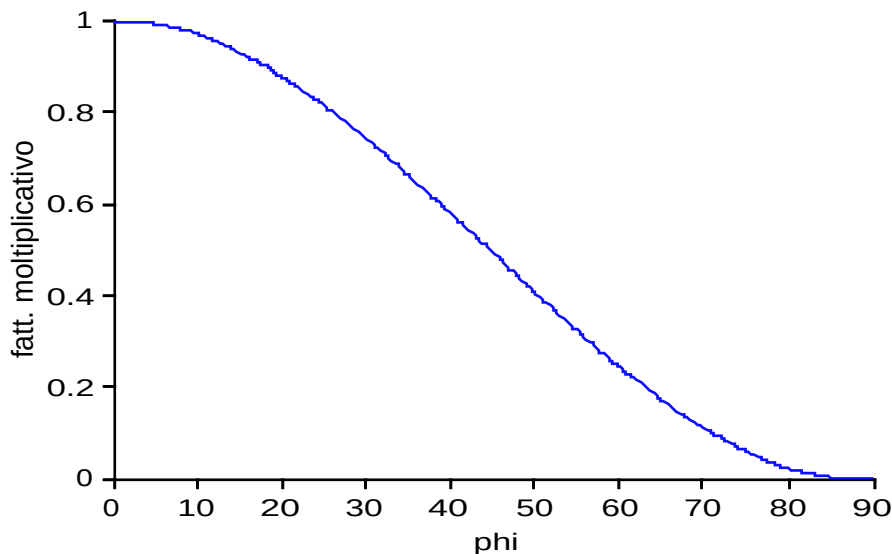
$$\varphi = \arctan \frac{h}{d}$$

ci dice che l'angolo visivo è una funzione strettamente crescente del rapporto h/d ; infatti a noi interessa per φ il campo di variabilità tra 0° e 90° . Quindi si ha lo stesso tipo di dipendenza in tutto il campo di variabilità di h e di d : poiché φ cresce al crescere di h e diminuisce al crescere di d .

La variazione dell'angolo φ , posto $u=h/d$, è data da:

$$d\varphi = \frac{1}{1+u^2} du$$

e, a parità di variazione del rapporto h/d , è più grande quando h/d , e quindi φ , sono piccoli. Essa diminuisce al crescere dell'angolo φ , particolarmente per valori maggiori di 45° . Il fattore moltiplicativo che permette di passare dall'incremento del rapporto grandezza/distanza all'incremento dell'angolo visivo (cioè il valore della derivata $d\varphi/du$) è riportato nel grafico:



Come si vede le variazioni dell'angolo visivo risultano fortemente smorzate ad angoli grandi. La relazione è infatti monotona a smorzamento progressivo, e raggiunge il valore 0.5 per $\varphi=45^\circ$. Si consideri, per fissare le idee, che un angolo attorno ai 10° è l'angolo sotto cui viene vista una persona a 10 m di distanza.

Se si abbandona, per l'angolo visivo, il riferimento all'asse principale nella visione, si complica un poco la trattazione matematica, ma le conclusioni ora esposte restano qualitativamente le stesse.

Gli effetti della relazione discussa trovano una visualizzazione immediata nella situazione schematizzata in Fig. E.1.

A parità di distanza d la stessa differenza di grandezza tra due oggetti AB ed AC, e due oggetti

AB' ed AC', dà origine ad una differenza notevole dell'angolo sotto cui essi sono visti a seconda che i loro estremi siano vicini all'asse principale OA oppure no. Infatti allontanandosi dall'asse principale alla stessa differenza di grandezza tra due oggetti AB' ed AC' corrisponde una differenza molto più piccola dell'angolo sotto cui sono visti.

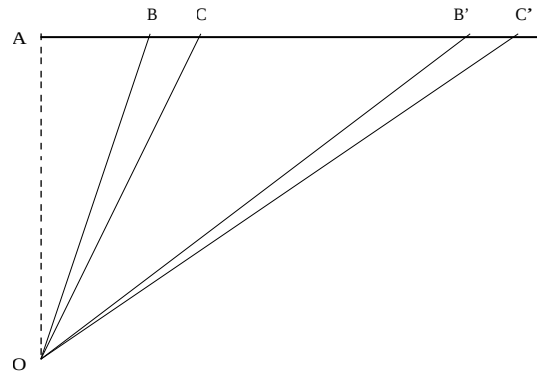


Figura E.1

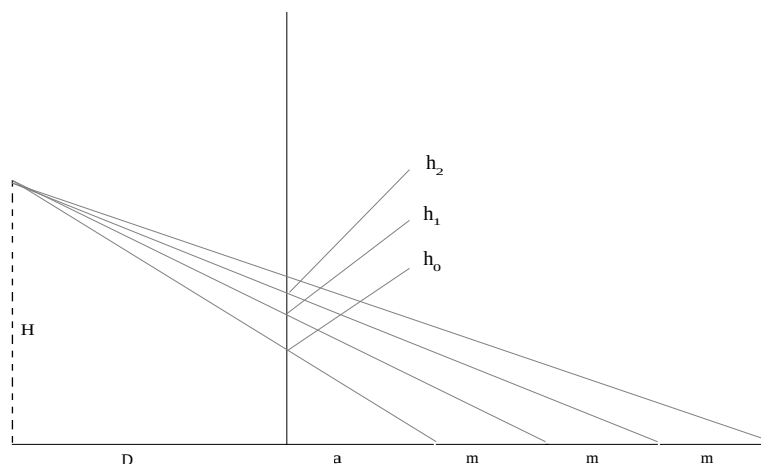
La prospettiva lineare fornisce invece un modo sempre efficiente per accorgersi della diversa grandezza di due oggetti se questi sono, come nello schema di Figura E.1, alla stessa distanza dall'osservatore. Infatti l'intersezione su un piano parallelo agli oggetti, essendo basata sulla similitudine dei triangoli, fa corrispondere incrementi uguali dell'intersezione a incrementi uguali della grandezza dell'oggetto, quale che sia l'ampiezza dell'angolo visivo da esso sotteso. La condizione che gli oggetti siano alla stessa distanza ha però un ruolo determinante; se tale condizione cade, viene meno anche questo ruolo dell'intersezione.

F - Caratteri recursivi del tracciato prospettico

Wittkower in un suo lavoro¹⁸⁸ aveva osservato che riportando prospetticamente sul piano una fuga di elementi uguali ed equidistanti, le loro grandezze sono espresse dalla successione 1, 1/2, 1/3, 1/4, originando così una struttura retta da rapporti semplici. Questo risultato presuppone condizioni molto particolari: si richiede che l'osservatore sia allineato con gli elementi della fuga prospettica, che il quadro della prospettiva passi per il primo degli elementi e che l'osservatore disti dal quadro quanto gli elementi tra loro.

Nel caso più generale il tracciato prospettico di elementi uguali ed equidistanti fra loro soddisfa invece relazioni recursive tra le grandezze scorciate¹⁸⁹. Si possono scrivere relazioni recursive di diverso tipo; ne presenteremo due, avendo cura di illustrare il modo, molto generale, di ottenerle.

Cominciamo con elementi uguali e fra loro equidistanti sul geometrale, ad esempio le linee orizzontali di un pavimento a tarsie.



Detto $b = D + a$ abbiamo:

$$h_0 = H \frac{a}{b} \quad h_1 = H \frac{(b+m)-D}{b+m} \quad \dots \quad h_i = H \frac{(b+i m)-D}{b+i m}$$

poniamo:

$$d_0 = h_0 \quad d_1 = h_1 - h_0 \quad \dots \quad d_i = h_i - h_{i-1}$$

da cui possiamo ottenere con una serie di semplici passaggi:

¹⁸⁸ R. Wittkower, *Brunelleschi and 'Proportion in Perspective'*, «Journal of the Warburg and Courtauld Institute», XVI, 1957, pp. 275 e segg. Si veda più recentemente T. Brachert, *A musical Canon of Proportions in Leonardo da Vinci's Last Supper*, «The Art Bull.» LIII, 1971, pp. 461-66.

¹⁸⁹ Si veda anche R. Beltrame, *Sul proporzionamento nelle architetture brunelleschiane*, «L'Arte», 18-19/20, 1972, pp. 105-20, a p. 118.

$$d_i = HD \frac{m}{(b + im)(b + (i-1)m)}$$

È possibile non far comparire esplicitamente nelle formule i parametri che caratterizzano la particolare prospettiva utilizzando un procedimento piuttosto generale. Calcoliamo anzitutto:

$$\frac{d_i}{d_{i-1}} = 1 - 2 \frac{m}{(b + im)} = \frac{(i-2) + \frac{b}{m}}{i + \frac{b}{m}} \quad \text{e} \quad \frac{d_{i-1}}{d_{i-2}} = \frac{(i-3) + \frac{b}{m}}{(i-1) + \frac{b}{m}}$$

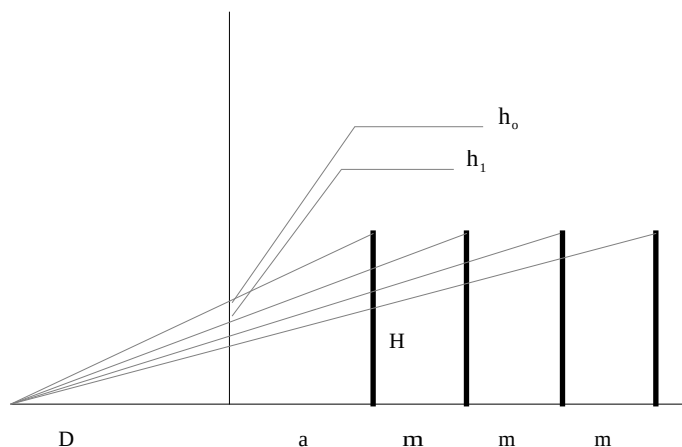
Dalla seconda relazione otteniamo:

$$\frac{b}{m} = \frac{2}{1 - \frac{d_{i-1}}{d_{i-2}}} - (i-1)$$

e sostituendo nella prima abbiamo una delle relazioni cercate¹⁹⁰:

$$\frac{d_i}{d_{i-1}} = \frac{1 + \frac{d_{i-1}}{d_{i-2}}}{3 - \frac{d_{i-1}}{d_{i-2}}}$$

Come sempre nelle relazioni recursive, i primi termini, in questo caso due, vanno preliminarmente calcolati a parte e contengono gli elementi D , a , ed m , che individuano il caso particolare.



Per ottenere le relazioni relative ad una sequenza di elementi verticali possiamo procedere in modo analogo.

In questo caso è conveniente calcolare le altezze scorciate con riferimento al piano di orizzonte, infatti tale piano è piano di simmetria per le grandezze scorciate: uguali altezze sopra o sotto tale piano danno origine a grandezze scorciate uguali sopra o sotto la linea di orizzonte.

¹⁹⁰ Questa formula è analoga ad una riportata in E. Panofsky, *Renaissance and Renascences in Western Art*, Stoccolma, 1960, p. 127.

$$h_0 = H \frac{D}{b} \quad h_1 = \frac{HD}{m} \frac{1}{\frac{b}{m} + 1} \quad \dots \quad h_i = \frac{HD}{m} \frac{1}{\frac{b}{m} + i}$$

Possiamo applicare il procedimento visto in precedenza per scrivere relazioni in cui non compaiono esplicitamente i parametri che caratterizzano la particolare prospettiva.

Con una serie di semplici passaggi otteniamo:

$$\frac{h_i}{h_{i-1}} = \frac{\frac{b}{m} + (i-1)}{\frac{b}{m} + i} \quad \text{e} \quad \frac{h_{i-1}}{h_{i-2}} = \frac{\frac{b}{m} + (i-2)}{\frac{b}{m} + (i-1)}$$

posto: $k = \frac{h_{i-1}}{h_{i-2}}$

otteniamo dalla seconda relazione: $\frac{b}{m} = \frac{k-2}{k-1} - i$ e sostituendo abbiamo:

$$\frac{h_i}{h_{i-1}} = \frac{1}{2-k} = \frac{1}{2 - \frac{h_{i-1}}{h_{i-2}}}$$

che è una delle relazioni cercate.

Anche in questo caso i primi due valori debbono essere preliminarmente calcolati a parte e contengono i parametri che individuano il caso particolare. Le relazioni trovate, proprio perché non contengono esplicitamente i parametri che caratterizzano la particolare prospettiva, valgono poi in qualsiasi piano verticale contenente il punto di vista e non soltanto nel piano sagittale. I primi due termini vanno ovviamente calcolati in maniera opportuna nei diversi casi.

Se ne conclude che una fuga di elementi verticali, uguali ed equidistanti, e una fuga di elementi sul geometrale, pure uguali ed equidistanti, sono rette da relazioni diverse, che hanno però in comune il carattere recursivo.

INDICE

<i>Premessa</i>	1
La prospettiva rinascimentale quale fatto cognitivo.	3
A - Alcuni riferimenti alla psicologia sperimentale	27
B - Le tavole prospettiche del Brunelleschi	35
<i>Ricostruzione della prima tavola prospettica</i>	42
<i>Il disegno della prospettiva</i>	53
C - L'Alberti e il formarsi della tecnica prospettica	67
D - Sul problema inverso della prospettiva	77
E - Sulla non linearità del legame tra angolo visivo e rapporto h/d.	85
F - Caratteri recursivi del tracciato prospettico	87