# *La misura, la Botte, il Calice*

Pietro Roccasecca

Torricelli nell'orazione *Prefazione in lode delle Matematiche* letta nel 1642 allo Studio Fiorentino come prolusione alle sue lezioni, indica ai suoi uditori, tra le particolari applicazioni della geometria, la possibilità di misurare la "capacità ... di qualunque vaso, di che figura si sia"[1]. Ciò potrebbe sembrare un particolare di scarso rilievo, al più una concessione alle applicazioni mercantili della matematica. Si tratta invece di uno dei più rilevanti risultati della personale ricerca del Matematico Granducale e di un tema nodale del pensiero matematico moderno, che enucleato da Piero della Francesca passa da Keplero ai maggiori discepoli di Galileo.

Per motivare quanto affermato è necessario intraprendere una difficile digressione tecnica, ne tracciamo le linee principali, che potrebbe descrivere come la questione della misurazione dei volumi dei solidi di rotazione di una figura curvilinea.

La storia dei solidi generati dalla rotazione di una sezione conica inizia con Archimede che in *Conoidi e Sferoidi* ne descrisse quattro tipi[2].

Nel corso del XV secolo Piero della Francesca nel *De Prospectiva Pingendi* impostò la rappresentazione di una porzio-

---

[1] E. Torricelli, *Lezioni Accademiche*, *Prefazione in lode delle matematiche*, in *Opere di Evangelista Torricelli...*, 1919, vol. II, p.72.

[2] I Conoidi di Archimede sono i seguenti: il conoide rettangolo, generato dalla rotazione della parabola attorno al suo asse; il conoide ottusangolo generato dalla rotazione dell' iperbole attorno al suo asse non trasverso; i due sferoidi ottenuti dalla rotazione dell' ellisse rispettivamente ai suoi assi.

ne concava della sfera nel disegno del vano absidale di una cappella articolato in spicchi e cassettoni. Ma il suo principale contributo alla rappresentazione geometrica della sfera consiste nei poliedri platonici e nei "corpi irregolari", tutti inscrivibili nella sfera, descritti nel *Libellus de Quinque Corporibus Regularibus*. Nonostante il titolo limiti l'argomento ai cinque poliedri regolari, il *Libellus* consta di quattro trattati, di cui solo i primi tre annunciati in introduzione. Il contenuto del quarto trattato è eterogeneo ma ricco di sviluppi futuri. Le prime sei proposizioni ampliano il tema dei precedenti trattati occupandosi di cinque poliedri semiregolari derivati per troncatura dei cinque corpi regolari. Di particolare interesse per la nostra vicenda il corpo irregolare consistente in una sfera a settantadue facce, simile alla *Sfera a settantadue facce irta di punte*, conservata al Cabinet des Dessins du Louvre (INV 1969). Questo solido, già descritto da Euclide, secondo Luca Pacioli era usato dagli architetti "in loro disposizioni de edefici, per esser forma assai accomodata maxime dove occorresse fare tribune o altre volte"[3]. Nel IV trattato del *Libellus* confluiscono elementi della cultura archimedea. In particolare la proposizione riguardante la misura della botte, un problema di estrema rilevanza per la stereometria dei solidi curvilinei, che può apparire di bassa praticità, ma che per essere risolto richiese un affinamento degli strumenti matematici a disposizione nel XV secolo e sostanzialmente il superamento di una parte delle conoscenze dell'opera di Archimede allora disponibili. Si tratta della stereometria dei solidi irregolari, che Torricelli dà per risolta agli uditori della sua prolusione allo Studio Fiorentino quando asserisce di poter insegnare a misurare un vaso di qualsiasi forma esso sia[4].

Sarà Keplero nel *Supplementum ad Archimedem de stereometria figurarum conoidibus...* in *Nova Stereometria, doliorum*

---

3 Piero della Francesca, *Libellus de Quinque Corporibus regularibus*, corredato dalla versione volgare di Luca Pacioli, vol. I, Testi e note; vol. II, Disegni. Edizione Nazionale degli scritti di Piero della Francesca, Giunti Firenze 1995. M. Daly Davis, Piero della Francesca *Mathematical Treatises. The "Trattato d' Abaco" and "Libellus de Quinque Corporibus Regularibus*", Longo editore, Ravenna, 1977; L. Pacioli, *De Divina Proportione,* Fontes Ambrosiani, XXI, Milano, 1956, pp. 99-100.

4 Piero della Francesca, *Libellus…*, vol. I, T. IV, 17; M. Folkerts *Piero della Francesca and Euclid*, in *Piero della Francesca tra arte e scienza*, Atti del Convegno di Studi Arezzo, 8-11 ottobre 1992 Sansepolcro, 12 ottobre 1992, a cura di M. Dalai Emiliani e V. Curzi, Marsilio, Venezia 1996.

*vinariorium* del 1615 a superare le conoscenze derivate da Archimede in merito ai solidi generati dalla rotazione delle sezioni coniche e a risolvere il problema della botte con un'unica operazione. Keplero descrisse in modo analitico 90 solidi generati dalla rotazione delle tre sezioni coniche[5]. Il risultato fu quello di dimostrare che sono possibili tanti tipi di conoide, quante sono le rotazioni ipotizzabili delle sezioni coniche, dando inizio alla moderna stereometria.

Il matematico tedesco racconta che l'ispirazione gli venne mentre acquistava vino in Austria, dove, per valutarne la quantità, il vinaio misurava con una bacchetta l'altezza del liquido nella botte, fornendo un responso affidabile della quantità di vino effettivamente contenuta. Ciò rese evidente agli occhi di Keplero che il volume della botte fosse misurabile geometricamente con un'unica operazione. Stando al grande matematico nacque, così quasi per caso, la *Nova Stereometria, doliorum vinariorum.* Si tratta quasi certamente di un espediente letterario, perché, come è noto, la misura del volume della botte era un problema tradizionale della scuola d'abaco e, come abbiamo visto, presente anche nel *Libellus de Quinque Corporibus Regularibus* di Piero della Francesca.

Bonaventura Cavalieri, servendosi di un metodo che oggi sappiamo essere paragonabile a quello di Archimede, analizzò nella *Geometria Indivisibilibus Continuorum*, del 1635, i solidi generati dalle rotazioni delle sezioni coniche nei casi descritti dal Siracusano e nei nuovi conoidi di Keplero[6]. Per paragonare figure rettilinee e curvilinee, Archimede si era servito "del metodo di esaustione". La superficie di una figura curvilinea poteva essere determinata da quella di figure rettilinee inscritte e circoscritte, con un procedimento di approssimazione consistente nell'aumentare il numero dei loro lati. Nella sua determinazione di aree

---

5 *J. Keplero*, Nova Stereometria, doliorum vinariorum, in primis Austriaci, figurae omnium optimae et usus in eo virgae cubicae compendiosissimus & plane singularis accessit Stereometria Archimedeae, *1615 Lincii. I casi relativi al nostro solido iperbolico sono il 12- 13.*

6 Anticamente il volume della sfera era stato trovato da Archimede, ma il codice originale fu reperito solo nel 1906 da J. L. Heideberg nella Biblioteca di Costantinopoli ; Cfr. A. Frajese, voce *Sfera*, Enciclopedia Italiana di Scienze, Arti Lettere, vol. XXXI, 1936. Per la "geometria degli indivisibili": A. C. Crombie, *Da S. Agostino a Galileo, Storia della Scienza dal V al XVII secolo* Milano Feltrinelli, s.d., pp.321-323.

ellittiche Keplero aveva introdotto in geometria il concetto dell'infinitamente piccolo e Francesco Bonaventura Cavalieri (1598 -1647) ne trasse ispirazione per sviluppare il "metodo di esaustione" nel "metodo degli indivisibili". Questo metodo si basava sulla considerazione delle linee come composte di un numero infinito di punti, delle superfici come composte di un infinito numero di linee e dei volumi come composti di un infinito numero di superfici.

Il particolare conoide generato dalla rotazione di un solo ramo di iperbole compare con il nome di "solido hiperbolico acuto" nell'*Opera Geometrica* pubblicata nel 1644 da Evangelista Torricelli.

In tutti i suoi corollari, Cavalieri non fece mai ruotare l'iperbole attorno a un suo asintoto. Torricelli, invece, così facendo, dimostrò che il solido generato da un'iperbole ruotando intorno all'asintoto, ha un volume finito e ciò benché il solido sia infinitamente lungo e l'area di una sezione meridiana abbia misura infinita[7].

Per il teorema torricelliano del "solido hiperbolico acuto" fu espressa meraviglia dallo stesso Bonaventura Cavalieri: "Così la ringrazio della dimostrazione del solido acuto iperbolico veramente divina; e non so come abbia pescato nell'infinita profondità di quel solido così facilmente la dimensione"[8].

La dimostrazione che il solido iperbolico è infinito ma commensurabile fu un raggiungimento scientifico di rilievo sulla strada che ha condotto al calcolo integrale. Scrive Lucio Lombardo Radice: "è dubbio se Torricelli sia giunto precedentemente (al 1646) a una conclusione così importante (la formula del calcolo integrale), ma è certo invece che al grande matematico faentino spetta (dal 1641) il merito grande di avere esteso la formula al caso di *n* negativo. Due lettere del Cavalieri al Torricelli (17/12/1641 e 7/1/42) provano che già allora il matematico faentino aveva scoperto che un solido di lunghezza infinita può tuttavia avere un volume perfettamente determinato e finito. Si trattava del suo 'solido iperbolico infinitamente lungo' quella specie di

[7] *In* Opere di Evangelista Torricelli, *a cura di G. Loria e G. Vassura,* Opera Geometrica, *Faenza, 1919, vol. I, p. 191; Bonaventura Cavalieri*, Geometria degli indivisibili, *a cura di L. Lombardo - Radice, UTET Torino, 1966, p. 578 n. 14.*

[8] *Opere di Evangelista Torricelli..., Racconto d' alcuni problemi Carteggio scientifico,* Faenza 1919, vol. III, p. 66.

oricalco, ottenuto facendo ruotare un ramo di iperbole equilatera, attorno a uno dei propri asintoti." [9]

Il teorema del solido iperbolico si trova in un codice manoscritto dal titolo: *Nova per armillas stereometria*, le superfici armillari sono il punto di partenza della geometria torricelliana degli indivisibili curvilinei[10]. L'armilla piana è la superficie residua di una circonferenza circoscritta a un poligono e l'armilla solida è il volume residuo di una sfera circoscritta a un solido ottenuto dalla rotazione di un poligono. La geometria torricelliana permette di valutare matematicamente la rappresentazione della sfera e dei solidi di rotazione delle sezioni coniche proprio mediante la valutazione stereometrica delle armille.

Attraverso la *Nova per armillas stereometria*, Torricelli aveva superato la rappresentazione della sfera mediante l'approssimazione a poliedri quanto più "sferici" possibile, come il "corpo irregolare" a settantadue facce descritto nel *Libellus* di Piero della Francesca, allo stesso modo in cui il "metodo degli indivisibili" aveva superato il "metodo di esaustione", consentendo di realizzare rappresentazioni geometricamente verificabili di una sfera.

Torniamo ai vasi misurabili del Torricelli. L'idea di un calice totalmente misurabile formato da solidi di rotazione delle coniche ebbe un posto così rilevante nelle speculazioni matematiche di Evangelista Torricelli che egli gettò l'impianto di un'operetta geometrica cui diede il titolo di *Poculum Hyperbolicum*[11]. Questa, che può sembrare una stravaganza barocca, non solo ha degli antecedenti nella *Bichierografia* di Giovanni Maggi del

[9] U. Forti *Introduzione* in G. Castelnuovo, *Le origini del Calcolo Infinitesimale*, Feltrinelli, 1962, p. 19-20: A questo proposito vedi anche Ettore Bortolotti (*I progressi del metodo infinitesimale nell' opera geometrica di Torricelli*, pubblicato anche in Periodico di matematiche, vol. VIII, 1928, pp. 19-59; *La Scoperta e le successive generalizzazioni di un teorema fondamentale del calcolo integrale in Studi e ricerche sulla Storia della Matematica in Italia nei secoli XVI e XVII,* Bologna, Zanichelli, 1928) che rivendica a Cavalieri e Torricelli la priorità nella scoperta del metodo infinitesimale e l' avvio del calcolo integrale. Per una voce critica sul valore della "geometria degli indivisibili" vedi M. Segre, *Nel segno di Galileo, La Scuola Galileiana tra storia e mito*, Il Mulino, Bologna, 1993.

[10] BNCF, Galileiani 140, pubblicato in *Opere di Evangelista Torricelli...*, 1919, vol. I, 2, p. 99.

[11] Il *Poculum Hyperbolicum* cui Serenai e Viviani cambiarono il titolo in *De Solidis Vasiformibus*, fu pubblicato nell' edizione delle *Opere* di Evangelista Torricelli curata da Loria e Vassura, con il titolo *De Solidis Vasiformis*.

1604 e nei numerosi disegni per opere vetrarie realizzati da Jacopo Ligozzi per il Granduca di Toscana[12], ma possiede anche radici nella letteratura di ricerca matematica seicentesca su cui si era formato lo stesso Torricelli: la *Nova Stereometria, doliorum vinariorium* di Keplero (letteralmente *Stereometria delle botti dei vinai*), di cui si è già detto[13].

Dal volume delle botti dei vinai austriaci a quello dei bicchieri iperbolici: mediante la *Nova per armillas stereometria* potevano essere misurati e posti sotto la giurisdizione della matematica i manufatti umani dalle forme più complesse e articolate. Il *Poculum Hyperbolicum* tratta della misurabilità di solidi geometrici a forma di vaso o meglio dei vasi costruiti per mezzo di solidi geometrici; nell'invenzione di questi calici il "solido hiperbolico acuto" ha un ruolo rilevante.

Quale fosse il concetto del 'bicchiere iperbolico' è chiarito da Tommaso Bonaventuri nella sua *Prefazione e vita dell'autore alle Lezioni Accademiche di Evangelista Torricelli*, del 1715, dove è fornita la seguente descrizione dei "Solidi Vasiformi ovvero de' bicchieri geometrici" ... "sono questi, solidi a foggia di bicchiere, de quali il piede è il suo solido parabolico infinito, la coppa è iperbolica o parabolica, o ellittica. Di queste due ultime, le curve formano il concavo e il convesso; dell'iperbolica il concavo è la sezione, ed il convesso lo fanno gli asintoti come talora per lo contrario, il concavo lo costituiscono gli asintoti, ed il convesso le sezioni opposte"[14].

La locuzione "il piede è il suo solido parabolico infinito" contiene un refuso per "solido iperbolico infinito" di cui lo stesso Bonaventuri si lamenta con il padre Grandi: "alla pag. 45 che non se intende come possa aver dato ad un bicchiere un piede d'infinita altezza ... essendo seguito lo sbaglio di stampare parabolico

---

[12] G. Maggi, *Bichierografia*, voll. I-IV, a cura di P. Barocchi; D. Heikamp, *Studien zur Mediceischen Glaskunst*, Kunsthistorisches Institut in Florenz, 1986.

[13] Torricelli nella sua prima lettera scritta a Galileo nel 1632 si presenta come "scolaro del Padre Reverendissimo (Benedetto Castelli) di 6 anni, e duoi altri havevo prima studiato da me solo sotto la disciplina delli Padri Gesuiti". Dichiara di aderire a Copernico e alla "setta galileista" per aver già "assai bene praticata tutta la geometria, Apollonio, Archimede, Teodosio, et che havendo studiato Tolomeo et visto quasi ogni cosa del Ticone, del Keplero e del Longomontano".

[14] T. Bonaventuri, *Prefazione e vita dell' autore*, in *Lezioni Accademiche di Evangelista Torricelli*, Firenze 1715, ed. Milano 1823 p. 56.

invece di iperbolico, la mia sbadataggine è stata tanta che nel riveder le stampe non me ne sono mai accorto"[15].

Va osservato che l'idea del *Poculum Hyperbolicum* si connette ad un altro campo di ricerca dello scienziato faentino. Come matematico granducale, Torricelli raggiunse grandi riconoscimenti nella produzione di lenti per telescopi e microscopi. Il Granduca gli conferì l'onorificenza di una catena d'oro per un cannocchiale le cui lenti furono messe a punto con una tecnica nota come "segreto degli occhiali di Torricelli". La soluzione del problema ottico consistente nel determinare la figura delle superfici dei vetri, che si usano per i telescopi fu trovata, scrive il faentino: "per via di speculazione geometrica, e con la dottrina e cognizione di queste figurine coniche"[16]. Nel linguaggio dei fornaciai fiorentini il termine "bicchiere" indicava il vetro, non necessariamente lavorato a forma di bicchiere. A Torricelli non doveva sfuggire che *Poculum Hyperbolicum* equivaleva a dire "Bicchiere Iperbolico" e in fiorentino anche vetro iperbolico e questo rimandava alla lavorazione dei vetri per le lenti dei telescopi e al suo grande segreto scoperto con la "dottrina e cognizione di queste figurine coniche".

L'affascinante avventura della "geometria degli indivisibili", che ha dato frutti importanti al calcolo integrale e alle matematiche applicate, risultò essere fondata su una teoria incerta.

Paul Guldin, matematico gesuita svizzero che studiò e insegnò al Collegio Romano criticò apertamente la "geometria degli indivisibili", affermando che né la quantità infinita di tutte le linee che compongono una superficie, né le infinite superfici che compongono un solido possono essere messe in relazione rispettivamente con la quantità finita di una superficie o di un volume. Ovvero che un corpo finito non può essere misurato da un ente geometrico che abbia infinita una delle sue dimensioni. L'obiezione di Guldin mise in crisi i discepoli di Galileo, che dopo alcuni tentativi di salvare la geometria degli indivisibili "non poterono fare altro che riconoscerne la debolezza"[17]

La "geometria degli indivisibili" rappresenta dunque il caso notevole di una teoria mal fondata che fornisce risultati utilizzabili. Cerchiamo di capire come ciò sia possibile.

---

[15] BNCF Mss. Galileiani, 99 carta 37, Articolo di lettera del Sig. Tommaso Bonaventuri al Padre Grandi.
[16] L. Belloni, *Introduzione*, in *Opere…* p. 26.
[17] M. Segre, *op.cit.*, p. 112.

Il termine “indivisibile”, nel Seicento abitualmente usato in geometria, è la versione latina della parola greca atomo, abitualmente usata in fisica e in chimica. Già questo ci dice che ci troviamo di fronte a uno dei momenti della polemica sull’atomismo, sul continuo e sul vuoto sviluppatasi attorno al pensiero galileiano, alla quale Torricelli con il suo barometro contribuì in modo determinante. Ma non è questo aspetto della questione che intendiamo affrontare[18].

Naturalmente Cavalieri era euclideo. E la “geometria degli indivisibili” necessariamente lo è: l’idea che un piano sia la traccia lasciata da una linea che scorre senza che ne vari l’orientamento angolare sottintende che essa sia “lunghezza senza larghezza” e che superficie sia “ciò che ha soltanto lunghezza e larghezza”: due delle *Definizioni* degli *Elementi di Geometria.*

Le stesse definizioni di punto, linea e superficie erano state riprese da Leon Battista Alberti nel *De Pictura* e da Piero della Francesca nel *De Prospectiva Pingendi*, i quali però prendono le distanze del caso. Alla definizione euclidea “il punto essere segno quale che non si possa dividere in parti”, Alberti precisa, ma segno è “qualunque che stia alla superficie per modo che l’occhio possa vederla” (libro I, 2).

Anche Piero della Francesca, dopo aver richiamato la definizione di Euclide: “Puncto è la cui parte non è” sentirà necessario precisare: “Et perché questi (punto e linea) non sono apparenti se non a l’intellecto et io dico de trattare de prospettiva con dimostrazioni che voglio sieno intese dall’ochio, perhò è necessario dare altra difinitione. Dirò adunqua puncto essere cosa tanto picholina quanto è possibile ad ochio comprendere...” (libro I).

La prospettiva è una rappresentazione misurabile dello spazio secondo le leggi della geometria euclidea che si avvale di segni. Per questa ragione Alberti e Piero sentono necessario precisare che il punto è qualcosa che l’occhio può vedere.

Ma la Geometria non è solo ‘immaginativa dell’intelletto’, essa verifica le proprie ragioni nella rappresentazione grafica. E le definizioni euclidee di punto, linea e superficie sono astrazioni, sono le unità minime del linguaggio geometrico, ma sono pure gli elementi costitutivi di quel linguaggio che è il disegno.

Quando Castelli e Torricelli sviluppano i loro teoremi usano il linguaggio della geometria classica, e, anche se rappresentazione

---

[18] Rimandiamo al libro di Pietro Redondi, *Galileo Eretico*, Torino, Einaudi, 1983.

stereometrica dei solidi generati dalle rotazioni delle sezioni coniche, ebbero successo; il principio non era corretto perché si pensava di poter misurare un corpo finito per mezzo di entità infinite.

La corretta rappresentazione del concetto della "geometria degli indivisibili" avrebbe dovuto riconoscere ai punti entità fisica ed essere esprimibile attraverso l'algebra. Cavalieri e Torricelli volontariamente non varcano le soglie della geometria.

Per scelta la prassi espositiva di Torricelli si avvale della parola e della rappresentazione grafica, mantiene il contatto con il linguaggio del disegno, che fu lingua comune al pensiero estetico e a quello scientifico.

Un'importante stagione di collaborazione tra pensiero scientifico e pensiero estetico fu vissuta nell'Accademia del Disegno di Firenze proprio negli anni della formazione di Galileo e della scuola galileiana e poi ancora durante gli anni cruciali che precedettero e accompagnarono gli esperimenti di fisica dell'Accademia del Cimento.

Presso l'Accademia del Disegno di Firenze, dal 1569 autonomamente e dal 1638 con il sostegno economico del Granduca, vi fu un'insegnamento di "meccanica o di altra geometria pratica" tenuto dagli stessi lettori di matematica dello Studio Fiorentino al quale parteciparono non solo architetti civili e militari, pittori e scultori ma anche ingegneri, matematici e fisici. L'insegnamento di matematica presso l'Accademia del Disegno, è stato un foyer di scambi di conoscenze ed esperienze tra le cosiddette matematiche alte e basse.

Pietro Antonio Cataldi, matematico bolognese, fu il primo ad insegnare all'Accademia del Disegno, in seguito potrebbe avervi insegnato Ostilio Ricci, che la tradizione vuole sia stato il maestro di geometria di Galileo Galilei. Un suo manoscritto conservato presso la Biblioteca Nazionale di Firenze tratta argomenti simili a quelli dei *Ludi Matematici* di Leon Battista Alberti, per questa ragione T. B. Settle, ipotizzò che Ricci avrebbe caratterizzato la cultura geometrica di Galileo con elementi derivati dalla tradizione albertiana. L'ipotesi ha fondamento, ma poiché i *Ludi* di Alberti derivano ampiamente dall'*Ottica* di Euclide, è probabile che la fonte di Ostilio Ricci fosse direttamente Euclide[19].

---

[19] E. Bortolotti, *La scuola di matematica di Bologna*, Bologna Zanichelli, Congresso Internazionale dei Matematici, Bologna 28 settembre 1928; L. Olschki, *L' Accademia fiorentina del disegno nella storia delle Arti e delle Scienze,* in Nuova Antologia , 16 dic. 1926, pp. 470-479; T. B. Settle, *Ostilio*

Questo tuttavia è un altro segno di quanto fossero interrelate le speculazioni geometriche degli artisti e quelle dei matematici da Alberti a Galileo.

Nel 1638 il Granduca deliberò che la lezione di matematica all'Accademia del Disegno fosse tenuta dallo stesso Lettore dello Studio Fiorentino, che le lezioni fossero portate a due a settimana per circa quattro ore settimanali di lezione. Il Lettore sarebbe stato "tenuto a leggere gli Elementi di Euclide, e poco appresso aggiuntamente, o alternativamente una lezione di prospettiva o di meccaniche o di altra geometrica pratica". Le lezioni sarebbero state aperte anche ai non appartenenti alla Accademia del Disegno. Il primo professore di matematica dello Studio Fiorentino ad insegnare matematica presso l'Accademia del Disegno fu Giovanni Coccapani, seguito da Baccio del Bianco e poi da due dei maggiori discepoli di Galileo: Evangelista Torricelli e Vincenzo Viviani. La stagione di collaborazione tra matematici e professori del disegno fu lunga, ma non senza dei moti di ribellione dei secondi. Vincenzo Viviani venne giubilato dal voto dei professori del Disegno, ma la sua nomina a lettore delle matematiche fu imposta a vita nella cattedra per volontà del Granduca nel 1669[20].

Per certo Vincenzo Viviani, assistente di Galileo e matematico granducale, membro eminente dell'Accademia del Cimento e illustrato delle più importanti decorazioni accademiche europee, aveva studiato matematica con Baccio del Bianco presso l'Accademia del Disegno.

Per Torricelli insegnare all'Accademia del Disegno, dopo Cataldi e Ricci, significò porsi nel fluire della tradizione fiorentina del dialogo tra matematici e disegnatori, che potrebbe farsi risalire ai colloqui tra Paolo dal Pozzo Toscanelii e Brunelleschi, e implicò la necessità di sviluppare il proprio discorso in termini utilizzabili anche dalla comunità degli artisti, degli architetti e degli ingegneri.

Torniamo alla crisi aperta da Guldin. Anche se Leibniz intro-

---

*Ricci a bridge between Alberti and Galileo*, in *Actes, XII Congrés International d'Histoire des Sciences, Paris 1968*, Tomo III-B: *Science et Philosophie, XVII et XVIII Siecles*, Paris, Librairie Scintifique et Tecnique Albert Blanchard, 1971, pp. 121-126 .

[20] BNCF II-153 *Ricordi attenenti all' Accademia del Disegno redatta da Giovan Battista di Agostino Nelli, Provveditore dell' Accademia dal 1693*, carta sciolta; BNCF II-97 c. 34 v.; *Notizie dell' Accademia del Disegno della Città di Firenze dalla sua fondazione fino all' anno 1739 raccolte da Girolamo Ticciati Provveditore e alla medesima dedicate*.

ducendo la sua notazione di integrale asserì di rifarsi a Galileo e Cavalieri, il "metodo della integrazione" destinato al successo nel calcolo di aree e volumi è altra cosa da quello degli "indivisibili". Mentre Cavalieri utilizza una linea del tutto priva di larghezza, Leibniz si servì di un rettangolino infinitesimo, recuperando il concetto kepleriano di infinitamente piccolo, superò le obiezioni di Guldin (ma anche di Alberti e Piero). Più che a causa del calcolo integrale le posizioni di purismo geometrico dei discepoli di Galileo furono superate dalle coordinate dei piani cartesiani. Questi ultimi, consentendo la traduzione sistematica dei problemi geometrici in problemi algebrici, introdussero mutamenti nel linguaggio matematico, che avrebbero reso il disegno insufficiente come linguaggio scientifico e modificato il modo di esprimersi non solo dei matematici ma anche degli ingegneri e degli architetti.