

---

# BOLLETTINO UNIONE MATEMATICA ITALIANA

---

ETTORE. BORTOLOTTI

## L'infinito ed il limite nel Rinascimento italiano

*Bollettino dell'Unione Matematica Italiana, Serie 2,*  
Vol. 1 (1939), n.3, p. 275–286.

Unione Matematica Italiana

<[http://www.bdim.eu/item?id=BUMI\\_1939\\_2\\_1\\_3\\_275\\_0](http://www.bdim.eu/item?id=BUMI_1939_2_1_3_275_0)>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

---

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma  
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)*

*SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

Bollettino dell'Unione Matematica Italiana, Unione Matematica Italiana, 1939.

## L'infinito ed il limite nel Rinascimento italiano.

Nota di ETTORE BORTOLOTTI (a Bologna).

**Sunto.** - *L'inizio di una nuova fase di sviluppo, all'uscire del Medio-evo, promosso dalla divulgazione della numerazione posizionale e dalla elevazione a teoria scientifica della Regola d'algebra.* - LEONARDO PISANO e gli algebristi della scuola di Bologna. - *Le nuove correnti del pensiero scientifico.* - *Il concetto di limite ed i primi principi della teoria del limite nelle quadrature di LUCA VALERIO e di SIMONE STEVIN.*

1. Le opere classiche della matematica antica, nella loro ermetica forma deduttiva, insegnano l'arte della dimostrazione, ma nascondono la strada della scoperta: il loro studio può servire a sviluppare il raziocinio, ma ottunde la fantasia, che è il primo movente delle grandi idee e delle grandi opere (<sup>1</sup>). Ciò spiega la stasi che ha seguito il periodo di formazione della scienza geometrica ed il successivo periodo di decadenza.

All'uscire del medio-evo uno spirito nuovo aleggiava su la scienza rinnovata. La matematica si riacostava alle sue origini pitagoriche nelle scuole d'abbaco dei nostri maestri, e nelle Università degli Artisti dei nostri Studi, dove si lasciava libero campo alla intuizione analitica, e le leggi del calcolo numerico, meglio che le proposizioni geometriche, erano poste a fondamento della scienza.

La nuova numerazione posizionale induceva alla considerazione dei numeri come enti astratti, creati dall'umano pensiero che costruisce, l'un dopo l'altro, gli elementi di una catena infinita. Il concetto di infinito numerico, intorno cui tanto si affaticarono gli antichi, si presentava naturalmente, come implicito nello stesso concetto di numero; ed apparisce come intrinseco alla definizione che LEONARDO PISANO dà nelle prime pagine del *Liber Abbaci* (1202), subito dopo aver presentato le nove cifre mediante le quali si può scrivere « *quilibet numerus* », dicendo: « *nam numerus est unitatum perfusa collectio que per suos in infinitum ascendit gradus* ».

L'aritmetica, che gli antichi avevano trasportato nel campo geometrico per fuggire lo scandalo dell'irrazionale, era, sia pure

(<sup>1</sup>) Die Matematik keineswegs durch die logische Deduction erschöpft wird! F. KLEIN, *Ueber Arithmetisierung der Mathematik*.

con qualche strappo alla logica, riportata nel campo numerico, e questo esteso, anche oltre il campo euclideo, colla considerazione, dal punto di vista numerico, non solo delle irrazionalità quadratiche, ma di ogni altra espressione irrazionale, della quale potesse trovarsi valore razionale prossimo. L'impalcatura della scienza conservava l'assetto classico, ma indulgeva ai nuovi indirizzi.

2. Esempio tipico di una tale sistemazione ci è dato dal *Liber Abbaci* di LEONARDO PISANO.

Prima di trattare della risoluzione delle equazioni del secondo grado, o riducibili al secondo grado, LEONARDO PISANO ha cura di apprestarsi un adatto corpo aritmetico. A tal fine dimostra che, nella rappresentazione geometrica delle questioni aritmetiche, si possono rappresentare con segmenti non solo le irrazionalità quadratiche, ma anche le cubiche: le prime colla costruzione della media proporzionale, le altre con le costruzioni, che si dissero *meccaniche*, usate dagli antichi (*uti modi antiquorum*) per la inserzione di due medie proporzionali (*Practica Geometriae*, pp. 153-155). Dimostra poi, al modo euclideo, la legge distributiva della moltiplicazione dei segmenti, sia pel prodotto di due binomi, o di due recisi, sia per il prodotto di un binomio per un reciso:

$$(a + b) \cdot (c + d) = ac + bd + ad + bc,$$

$$(a - b) \cdot (c - d) = ac + bd - ad - bc,$$

$$(a + b) \cdot (c - d) = ac - bd - ad + bc;$$

e ricava da ciò anche la regola per il prodotto di numeri con segno (negativi)... « *et notandum, quia cum multiplicantur aliqua diminuta per diminuta, tunc illa multiplicatio crescit* (sic) » (*Liber Abbaci*, p. 369), dopo di che egli si ritiene senz'altro autorizzato ad applicare in ogni caso il calcolo dei radicali, senza alcuna preoccupazione logica circa la esistenza delle entità numeriche da essi rappresentate, poichè nell'operare « *secundum abaci materiam* » (p. 353), al valore esatto (inesprimibile) vengono sostituiti valori razionali prossimi, calcolati secondo antiche regole empiriche<sup>(2)</sup>.

(<sup>2</sup>) Per la radice quadrata del numero  $N = a^2 + b$ , LEONARDO insegna a calcolare valori prossimi colle regole empiriche:  $a_1 = a + b/2a$ ,  $a_2 = a_1 - (a_1^2 - N)/2a_1$ , ed anche al modo, pur oggi tenuto: « *multiplicemus eos per aliquem quadratum numerum, et summe radicem invenias, quam per radicem quadrati divides, et habebis propositum* ».

Per la radice cubica del numero  $N = a^3 + b$ , insegna di calcolare il valore prossimo:

$$a_1 = a + \frac{b}{(a+1)^3 - a^3} = a + \frac{b}{3a^2 + 3a + 1}.$$

3. I tre secoli che decorrono da LEONARDO PISANO a SCIPIONE DAL FERRO, piuttosto che al ricupero della scienza classica (in fatto di matematica) servirono all'adattamento dell'antica logistica alle nuove vedute, ed ai metodi nuovi di calcolo numerico. Non si avvertono infatti sostanziali differenze fra il contenuto del manoscritto dell'*Algebra* di R. BOMBELLI conservato nella Biblioteca dell'Archiginnasio di Bologna, che risale ad epoca anteriore al 1550, e quello della edizione a stampa di quella stessa opera, ricomposta nel 1572 dopo la scoperta e lo studio dell'*Aritmetica* di DIOFANTO, che il BOMBELLI aveva in quel frattempo rinvenuta in un manoscritto della Biblioteca vaticana.

La estensione del campo numerico euclideo, conseguita colla introduzione in esso degli irrazionali cubici, ed i meravigliosi progressi del calcolo aritmetico, promossero una più ampia estensione della *regola d'algebra*, con l'aggiunta ai sei capitoli noti agli antichi, di tutti quelli che risultano dai diversi casi che presentano le equazioni cubiche e le biquadratiche, la cui generale risoluzione fu data dagli algebristi italiani (SCIPIONE DAL FERRO, TARTAGLIA, CARDANO, FERRARI, BOMBELLI) del secolo XVI.

L'*algebra geometrica* fu resa idonea anche alla risoluzione di problemi di grado superiore al secondo, con la introduzione sistematica del segmento unitario e la creazione di un *calcolo segmentario* (algebra linearia) <sup>(3)</sup>, nel quale anche i prodotti, le potenze, i quozienti e le radici sono rappresentati da segmenti. Questo calcolo servì al BOMBELLI sia per la dimostrazione geometrica delle formule di risoluzione per equazioni cubiche e biquadratiche, sia anche per la *dimostrazione* di esistenza (prima in ordine di tempo), di radici reali per le equazioni cubiche, nel caso irreducibile. E, con geniale inversione di termini, servì anche alla risoluzione per via analitica, cioè per regola d'algebra, di problemi grafici, ed alla dimostrazione analitica delle costruzioni eseguite, precorrendo di quasi un secolo i principi ed i metodi che furono il fondamento della *Geometria analitica* di CARTESIO.

<sup>(3)</sup> L'uso del segmento unitario si trova già nella costruzione geometrica della radice quadrata di un numero, come media proporzionale fra il numero dato e l'unità, a p. 25 della *Practica Geometriae* (a. 1220) di LEONARDO PISANO; (non ancora nel *Liber Abbaci*, dove a p. 353 si dice di scomporre il numero dato in due fattori  $10 = 2 \times 5$  e di costruire la media proporzionale fra questi due). Ma la introduzione sistematica del segmento unitario in un vero e compiuto calcolo segmentario (comprendente anche i quozienti e le potenze di esponente superiore al secondo) non apparisce presso nessun altro autore anteriore al BOMBELLI. D'ordinario anzi se ne attribuisce il merito dell'invenzione a CARTESIO (Libro I della *Geometria*, edita anno 1637).

La risoluzione del caso irriducibile nella equazione cubica richiese una ulteriore estensione del campo aritmetico di razionalità, che ebbe luogo con la *introduzione ed il calcolo degli immaginari*, dovuta al BOMBELLI (4). Lo studio puramente aritmetico della costituzione del campo numerico così risultante, liberava la Regola d'Algebra dalla soggezione alle teorie geometriche, facendo di essa un corpo autonomo di scienza pura.

E non è fuor di luogo il ricordare che, anche prima che fosse in uso il calcolo letterale, gli algebristi italiani possedevano una tecnica agile, pronta, perspicua, sicura, coll'aiuto della quale fu possibile ad uomini di genio il condurre fino agli ultimi termini la teoria della risoluzione algebrica delle equazioni.

4. I successi riportati nelle teorie analitiche colla spregiudicata estensione del concetto di numero, che infrangeva i dettami della scienza antica, la risoluzione della equazione cubica, che i venerati maestri non avevano saputo intraprendere, resero accette, anche ai dotti ricercatori della scienza classica, le nuove idee ed i metodi nuovi. Si incominciò a sospettare che qualche cosa potesse aggiungersi, ed in qualche punto modificare ciò che aveva lasciato il sommo ARCHIMEDE, e che i dettami del divino ARISTOTELE potevano essere sorpassati:

- « O, s'io mi sento in gambe esser ben destro
- « A varcar quel confin, perchè al mio piede,
- « Poni il peripatetico capestro? » (5)

(4) L'opera del BOMBELLI è fra quelle che più hanno influito sul rifiorire della scienza: è stata per più di un secolo testo universale di algebra superiore. Su quel libro aveva il LEIBNIZ compiuta la sua educazione algebrica (Cfr. *Der Briefwechsel von G. W. Leibniz mit Mathematikern*, herausgegeben von G. GERHARDT (1899), p. 529: « Zur Fortsetzung dieser Studien, namentlich in Betreff der Auflösung der cubischen Gleichungen, wählte Leibniz dass, für seine Zeit berühmte Werk zu BOMBELLI... zum Führer »). Lo stesso LEIBNIZ lo considerava come: « Egregium certe artis analyticae magistrum... » e stimava specialmente la di lui introduzione dei numeri immaginari... « Primum omnium RAFAEL BOMBELLI cujus *Algebra* perelegantem italico sermone jam superiore seculo Bononiae editum vidi, invenit eas servire posse ad eruendas radices veras rationales sive numeris exprimibiles... », ibidem, p. 552.

(5) Capitolo inedito e sconosciuto, scoperto e pubblicato da ANTONIO FAVARO in « Atti del R. Istituto Veneto », (tomo I), serie 7<sup>a</sup>, tomo III, pagine 1-12, citato anche da ZUCCANTE, *Aristotele nella storia della cultura*. Discorso letto per l'inaugurazione dell'anno scolastico 1914-15 nella R. Accademia scientifico-letteraria di Milano.

scriveva GALILEO in un suo capitolo giovanile, interpretando giocondamente il sentimento comune.

Il più dotto, il più puro degli umanisti: FEDERICO COMMANDINO, osava completare i libri di ARCHIMEDE, *Sull'equilibrio dei piani*, con un suo: *Liber de Centro gravitatis solidorum* (Bononiae, ex officina Alexandri Benacci, MDLXV). Ed in quello stesso torno di tempo, anche MAUROLICO trattava il medesimo soggetto, in un'opera che fu stampata solo nel 1685. Ma in quelle trattazioni il metodo archimedeeo era rigorosamente seguito.

Altri andava oltre, *sopprimendo nelle dimostrazioni archimedee la fastidiosa riduzione all'assurdo, in forza di un principio, che divenne poi fondamentale nella teoria del limite.*

5. In quel medesimo tempo lo sviluppo in serie delle irrazionalità quadratiche, che era rimasto allo stadio potenziale nei procedimenti di approssimazione successiva degli antichi (non mai più di tre termini si trovano da quelli calcolati), veniva tradotto in atto da PIETRO ANTONIO CATALDI, che trovava le leggi formali di quegli sviluppi, e ne determinava la rapidità di convergenza. Dallo studio di quelle serie, il CATALDI traeva motivo per creare una nuova operazione aritmetica, un nuovo algoritmo infinito: « *La frazione continua* », che, nella stessa sua rappresentazione formale, induceva il più suggestivo concetto di *procedimento ciclico indefinitamente continuato*.

E dallo studio delle proprietà formali degli algoritmi infiniti, che si presentavano nello sviluppo di date irrazionalità aritmetiche, fu poi facile il risalire allo studio diretto di tali specie di algoritmi, considerati come enti analitici atti a definire nuove entità numeriche. Ma ciò non seguì che in un secondo momento: quando, nel comune patrimonio scientifico, fu decisamente acquisito il concetto di *infinito attuale, come totalità, od ultimo elemento, della classe di relazioni, l'una all'altra susseguentisi, rappresentata da tali algoritmi*.

Troveremo una prima affermazione di questo concetto nella rappresentazione della totalità dei termini di una progressione geometrica decrescente mediante un segmento che, intorno al 1641, TORRICELLI insegnava a determinare mediante elegante costruzione geometrica; e nell'effettivo calcolo numerico di tale totalità, che da quella costruzione TORRICELLI esplicitamente deduceva.

Ma bisogna arrivare al 1650 per trovare, nelle « *Quadrature aritmetiche* » di PIETRO MENGOLI, le serie infinite numeriche considerate da un punto di vista generale, come operazioni attualmente effettuabili. Mentre poi, sei anni dopo, sembrerà cosa nuova

il passaggio dal finito all'infinito, che trasforma la regola data da EUCLIDE per la somma di un numero finito di termini in progressione geometrica, in quella che serve a sommare la totalità degli infiniti, per le progressioni decrescenti (TACQUET, WALLIS).

6. Per una terza strada, finalmente, il pensiero scientifico correva verso la scienza nuova; e ciò avveniva col *diretto ritorno alla concezione monadica dei primi pitagorici*, cioè colla costruzione di una *Geometria degli indivisibili*.

E questa, fin dal suo primo apparire, si presentava come fortunata divinazione di arcani procedimenti già dagli antichi seguiti nelle loro sublimi creazioni, occultati dalla gelosia degli uomini, o perduti nella notte del tempo.

« Quod autem haec indivisibilium Geometria novum penitus « inventum sit, equidem non ausim affirmare » (scriveva TORRICELLI <sup>(6)</sup>). « Crediderim potius veteres Geometras hoc metodo usos « in inventione Theorematum difficillimorum, quamquam in demonstrationibus aliam viam magis probaverint, sive ad occultandum artis arcanum, sive ne ulla invidis detractoribus profetur occasio contradicendi. Quicquid est, certum est hanc Geometriam mirum esse pro inventione compendium, et innumera « quasi imperscrutabilia Theoremata, brevibus, directis, affirmativis « que demonstrationibus confirmare; quod per doctrinam antiquorum fieri minime potest. Haec enim est in Mathematicis « spinetis via vere Regia, quam primus omnium aperuit, et ad « publicum bonum complanavit mirabilium inventorum machinator CAVALERIUS ».

Di quelle tre diverse correnti del pensiero scientifico darò breve cenno, riserbandomi di tornare con qualche maggior particolare, sui fatti più ragguardevoli.

7. Ho già detto che, dagli stessi umanisti venne il primo impulso ad un rinnovamento nella tecnica delle quadrature archimedee, ed ho anche ricordato l'opera di COMMANDINO: *Sui centri di gravità delle figure solide*, nella quale osava completare, o meglio divinare (come allora si diceva) l'opera che si riteneva perduta, di ARCHIMEDE. Ma l'effettivo distacco, in questa materia, dall'antico al moderno, fu fatto, quasi contemporaneamente, in Italia da un altro umanista: LUCA VALERIO, e nei Paesi-Bassi, da un seguace della nostra scuola: SIMONE STEVIN.

<sup>(6)</sup> Cfr. Proemio alla *De dimensione parabolae*. Opere. Vol. I, parte I, p. 140.

LUCA VALERIO, nato a Napoli nel 1552 da padre ferrarese, fece la sua prima iniziazione a Corfù; ma presto si trasferì a Roma dove fu allievo nel Collegio Romano. Fece « grandissimo studio » della lingua greca, ed a cominciare dal 1591 fu lettore di matematica e di lingua greca a quel medesimo Collegio ed alla Sapienza (7). Ebbe dunque, al pari di COMMANDINO, modo di poter studiare ARCHIMEDE, nella lingua originale.

Publicò, nel 1604, un'opera: *De centro gravitatis solidorum*, nella quale sciolse molti problemi di quadratura e di centrobarica, imitando ARCHIMEDE (8), ma introducendo nella tecnica delle proposizioni archimedee notevoli semplificazioni, col sostituire la riduzione all'assurdo con dimostrazioni dirette, appoggiate a principi intuitivi, analoghi a quelli che ora sono posti a fondamento della teoria dei limiti e col ridurre a generalità di metodo, i procedimenti sparsamente seguiti da ARCHIMEDE per le singole proposizioni.

Egli osserva, anzitutto, che la dimostrazione data da ARCHIMEDE delle Prop. XIX e XX nell'opera sui *Conoidi e Sferoidi*, si può tal quale applicare a qualsiasi figura che abbia le stesse proprietà specifiche che sono colà da ARCHIMEDE presupposte. Non determina altrimenti tali proprietà, se non col dire « deficienti » le figure che le posseggono, ma esse si intuiscono dall'esame della figura e dal contesto.

Egli dunque ripete, per tali figure, nella sua Prop. VI, la dimostrazione archimedeica, e non ha poi più bisogno di preoccuparsi di dimostrare che *la differenza delle figure inscritte e circoscritte*

(7) Cfr. la Nota: *Luca Valerio, linceo*, pubblicata dal GABRIELI nei « Rendiconti della Classe di scienze morali, storiche e filologiche della R. Accademia dei Lincei », seduta del 19 novembre 1933.

(8) « ... ARCHIMÈDE a trouvé les volumes des corps qu'il appelle co-  
« noïdes et sphéroïdes, ce qui a amené lors de la Renaissance LUCA VA-  
« LERIO à chercher les centres de gravité des mêmes corps, et celui-ci a  
« résolu ces problèmes plus élevés sans avoir à sa disposition d'autres  
« méthodes que celles que les différentes démonstration d'ARCHIMÈDE pou-  
« vaient lui suggérer. Or la *Méthodologie d'Archimède*, qui était absolument  
« inconnue de LUCA VALERIO contient de la main d'ARCHIMÈDE les mêmes  
« déterminations. VALERIO était donc si profondément entré dans la pensée  
« d'ARCHIMÈDE, que l'étude des travaux du grand Syracusain, connus de  
« son temps, lui avait suggéré la réalisation du même progrès notable qui  
« à son insu avait été accompli déjà par le maître ». (Cfr. H. G. ZEUTHEN,  
*Quelques traits de la propagation de la science*. « Scientia », vol. V, 1909,  
pp. 15-16 dell'estratto). Ma invero su questa strada il VALERIO era stato  
preceduto dal COMMANDINO.

(formate al modo archimedeo), può rendersi minore di qualsiasi grandezza arbitrariamente data.

Elimina poi la riduzione all'assurdo, facendo uso del seguente principio: « Si major vel minor prima, ad una majorem vel minorem secunda; minore excessu vel defectu quantacumque magnitudine proposita, nominatam habuerit proportionem: prima ad secundam eandem nominatam habuerit proportionem ».

Se indichiamo con  $A$  la quantitas prima, con  $f_n$  la major vel minor prima, con  $B$  la quantitas secunda, con  $\varphi_n$  la quantitas una (nel medesimo tempo) major vel minor secunda (minore excessu vel defectu quantacumque magnitudine proposita), con  $C:D$ , il rapporto dato (la nominata proportio); si tratta di ammettere che se  $f_n - A$  e  $\varphi_n - B$  si possono fare entrambe minori di una qualsiasi grandezza pensata, ed è sempre  $f_n : \varphi_n = C : D$ , sarà anche  $A : B = C : D$ .

Noi diremmo brevemente che il limite del quoziente è eguale al quoziente dei limiti.

Per vedere quale uso egli faccia di questo principio, mi basterà di mettere a confronto, col procedimento archimedeo, qui da noi esposto nel precedente articolo <sup>(9)</sup>, quello da lui seguito per il conoide parabolico.

Mi gioverò della stessa figura che si trova nel testo archimedeo (come del resto fa anche VALERIO) e non starò a ripetere comè si

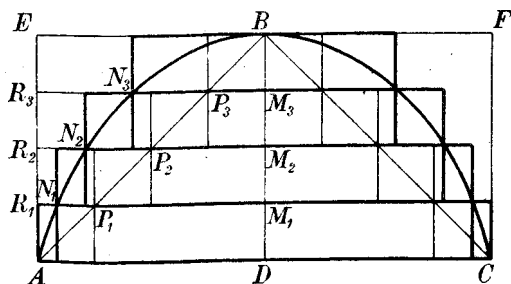


Fig. 1

ottenga (sia da ARCHIMEDE che da VALERIO) la relazione che noi scriviamo:

$$\frac{\frac{1}{n-1} \sum_{r=1}^{n-1} \pi \delta_n \overline{AD}^2}{\frac{1}{n-1} \sum_{r=1}^{n-1} \pi \delta_n \overline{M_r N_r}^2} = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{r=1}^{n-1} \overline{R_r M_r}}{\frac{1}{n-1} \sum_{r=1}^{n-1} \overline{P_r M_r}}, \quad \delta_n = \frac{\overline{BD}}{n}, \quad \overline{R_r M_r} = \overline{AD},$$

(9) V. in questo « Bollettino » a p. 57.

o l'altra equivalente, che considera VALERIO :

$$\frac{\sum_1^{n-1} \pi \delta_n \overline{AD}^2}{\sum_1^{n-1} \pi \delta_n \overline{M_r N_r}^2} = \frac{\sum_1^{n-1} \delta_n \overline{R_r M_r}}{\sum_1^{n-1} \delta_n \overline{P_r M_r}},$$

nella quale, invece dei segmenti, si considerano rettangoletti inscritti nel rettangolo *ADBE* e nel triangolo *ADB*.

VALERIO suppone aggiunti ai due termini della prima frazione il dischetto aderente alla base:  $\delta_n \pi \overline{AD}^2$  ed ai due termini della seconda il rettangoletto aderente alla base:  $\delta_n \overline{AD}$  passando dagli scaloidi inscritti ai circoscritti. Così trova la relazione

$$\frac{\text{cilindro}}{\text{scaloide circos. al conoide}} = \frac{\text{rettangolo } ADBE}{\text{figura circos. al triangolo } ADB}$$

e da questa permutando (e non sarebbe lecito)

$$\frac{\text{cilindro}}{\text{rettangolo}} = \frac{\text{scaloide circos. al conoide}}{\text{figura circos. al triangolo}}$$

e, poichè il primo rapporto è costante, (ma come si può parlare di rapporto di un volume ad un'area?) e d'altra parte ciascuna delle figure circoscritte si può, contemporaneamente fare differente, dal conoide e dal triangolo cui sono circoscritte, di una grandezza minore di qualsiasi data, così si potrà concludere che il *cilindro* sta al *rettangolo* come il *conoide* al *triangolo*, o, di nuovo permutando, che il *cilindro* sta al *conoide* come il *rettangolo* al *triangolo*: ma il rettangolo è doppio del triangolo, dunque sarà anche il *cilindro* doppio del *conoide* <sup>(10)</sup>.

Siamo nel XVII secolo dopo Cristo, ed ecco finalmente fatto quel *passaggio al limite*, che ARCHIMEDE avrebbe dovuto fare nel III secolo prima dell'era volgare.

8. L'abbandono delle sottigliezze logiche insite nel metodo di exhaustion, ed il ritorno puro e semplice alla intuizione geometrica, si riscontra anche nelle operette composte da SIMONE STEVIN intorno al 1586 sull'equilibrio di figure geometriche, pubblicate in fiammingo col titolo: *Beghinselen der Weeghconst*, e *Beghinselen des Waterwichts*; tradotte in latino nella *Hypomnemata Mathema-*

<sup>(10)</sup> Mi sono valso della traduzione del VALERIO data dal BOSMANS nell'articolo: *Les démonstrations par l'Analyse infinitésimale chez Luca Valerio*. (« Annales de la Société scientifique de Bruxelles », T. XXXVII, 1912-13.

tica del 1608, ma divulgate solo nel 1634, nella traduzione francese di ALBERT GIRARD <sup>(11)</sup>. Lo STEVIN, buon conoscitore della matematica italiana, aveva in pregio l'*Algebra* di RAFAEL BOMBELLI, da cui prese la notazione esponenziale delle potenze della incognita, conosceva anche il *De Centro Gravitatis* di COMMANDINO, e fu novatore più ardito di entrambi! <sup>(12)</sup>. Prese anch'egli a trattare i

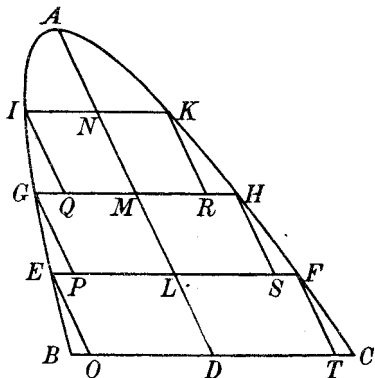


Fig. 2

problemi archimedei conservando l'impostazione tecnica della esposizione, ma tralasciando ogni cautela di ordine logico-critico e fondandosi sopra principi intuitivi.

Credo che, a dichiarazione del suo modo di trattare quella questione, sia sufficiente l'esempio che qui riporto, dalla traduzione del padre BOSMANS <sup>(13)</sup>, sul *centro di gravità della parabola* (meglio del segmento parabolico).

« Théorème proposition X :

« Le centre de gravité de toute

parabole est sur le diamètre. Soit  $ABCD$  une parabole et  $AD$  son

<sup>(11)</sup> *Les Oeuvres mathématiques de Simon Stevin de Brouges*. Leyde, 1634.

<sup>(12)</sup> Nel suo: *Le premier livre de Mathématique* (1634) lo STEVIN dà la seguente definizione di numero: « Nombre est cela par lequel s'explique la quantité de chacune chose ». Comme l'unité est nombre par lequel la quantité d'une chose se dict un, et deux par lequel on la nomme deux,... et racine de trois, par lequel on la nomme racine de trois,....

E, nel libro: *La Tiende*, pubblicato nel 1585 a Leida, dà pel primo una trattazione sistematica del calcolo delle frazioni decimali. Le quali, del resto, non entrarono nell'uso comune che nello scorcio del secolo XVIII, colla introduzione dei sistemi metrici decimali.

L'opera matematica di SIMONE STEVIN era ignorata, o disconosciuta, prima che il padre BOSMANS ne dimostrasse il valore con una serie di note pubblicate negli « Annales » di Bruxelles e nella « Mathesis » belga. Un interessante articolo riassuntivo fu da lui pubblicato nel nostro « Periodico », col titolo: *Le mathématicien belge Simon Stevin de Bruges* nel 1926.

Copiose notizie storico-bibliografiche sulla vita e le opere di SIMONE STEVIN sono state raccolte da G. SARTON in un interessante articolo pubblicato in « Isis », n. 61, vol. XXI, (1934), pp. 241-303, col titolo: *Simon Stevin of Bruges*. Si trova ivi anche la riproduzione fotografica dei frontespizi delle opere e del ritratto dell'autore.

<sup>(13)</sup> H. BOSMANS, *Sur quelques exemples de la méthode des limites chez Simon Stevin*. « Annales de la Société scientifique de Bruxelles », Tomo XXXVII, 1912-13, second fascicul.

diamètre. Nous devons démontrer que le centre de gravité de la parabole est sur la ligne  $AD$  ».

« Menons les lignes  $EF, GH, IK$ , parallèles à  $BC$  et coupant  $AD$  en  $L, M, N$ ; puis  $EO, GP, IQ, KR, HS, FT$ ; parallèles à  $AD$  ».

« Puisque,  $EF$  et parallèle à  $BC$ ; et que  $EO, FT$  le sont à  $LD$ ;  $FETO$  est un parallélogramme, dans lequel  $EL$  égale  $LF$ ; et  $OD$  égale  $DT$ . Donc le centre de gravité de  $EFTO$  est sur  $LD$ , de après le théorème I ».

« Pour le même motif le centre du parallélogramme  $GHSP$  sera sur  $LM$  et celui de  $IKRQ$  sur  $MN$ . Par conséquent le centre de gravité de la figure  $IKRHSFTOEPGQ$  formée par les trois quadrilatères susdits se trouvera sur la ligne  $DN$  ou  $AD$  ».

« Mais plus on inscrit de pareils quadrilatères, plus la différence entre la figure formée par les quadrilatères décroît. Nous pouvons donc inscrire ainsi dans la parabole une figure qui en approchera indéfiniment, si bien que la différence entre la parabole et la figure deviendra moindre qu'une surface plane donnée, si petite soit-elle ».

« D'où suit, qu'en posant  $AD$  comme diamètre de gravité, la pesanteur de la partie  $ADC$  différera moins de la pesanteur de la partie  $ADB$ , que n'importe quelle pesanteur on pourrait donner, si petite soit-elle ».

« D'où j'argumente ainsi :

A. *Entre toutes les pesanteurs qui diffèrent, on peut assigner une pesanteur moindre que leur différence.*

O. *Entre les pesanteurs  $ADC$  et  $ADB$ , on ne saurait assigner de pesanteur moindre que leur différence.*

O. *Les deux pesanteurs  $ADC$  et  $ADB$  ne diffèrent pas ».*

« Par conséquent  $AD$  est le diamètre de gravité et contient le centre de gravité de la parabole  $ABC$  ».

Non mi fermo a considerare la disinvoltura con cui STEVIN afferma che la differenza fra il segmento parabolico e lo scaloide inscritto diventa minore di qualsiasi area data. Forse pensava alle proposizioni archimedee, nelle quali si considerano anche gli scaloide circoscritti, e si dimostra che la differenza fra gli inscritti ed i circoscritti è eguale al parallelogramma di base, quindi si può fare piccola a piacere. Ad ogni modo tira via, e si fida dell'esame della figura.

Qualcuno trova tuttavia in quella sua disinvoltura, motivo di alto elogio <sup>(14)</sup>; ma ciò che quivi interessa è il principio che si

<sup>(14)</sup> « ... il est en outre un autre point bien intéressant; ce sont les petits « triangles différentiels formés par l'arc de courbe, l'abscisse et l'ordonnée,

enuncia, a sostituzione della riduzione all'assurdo seguita a questo punto dai classici. Principio che sarebbe stato più corretto postulare nella forma affermativa: « *Due grandezze sono eguali se non si può assegnare grandezza minore della loro differenza* ».

9. Il principio, che qui (pare per la prima volta) si trova enunciato sotto forma generale, e che sostanzialmente può dirsi equivalente a quello che, nello stesso torno di tempo, enunciava LUCA VALERIO, è invero fondamentale nella teoria dei limiti, ed interviene anche nella continuità cantoriana; ma è *uno di quelli che inconsciamente si trovano applicati, in casi speciali, anche nella antichità classica. La definizione euclidea di eguaglianza di ragioni*, sottintende infatti il postulato che ora vien detto di DEDEKIND, ed in questo è implicita la continuità cantoriana; e lo stesso *metodo di exhaustion* non si potrebbe applicare senza supporre l'esistenza di una grandezza minore della differenza di due altre, presupposte diseguali.

10. Le opere dello STEVIN non ebbero grande divulgazione, fuor che nei Paesi-Bassi, prima della pubblicazione postuma, fatta nel 1634 da ALBERT GÉRARD. Quelle di LUCA VALERIO furono invece, fin dal primo loro apparire, accolte con grande plauso e con universale consentimento. LUCA VALERIO fu detto *novello Archimede*, ed in grazia di quelle opere, accolto fra i Lincei, colla più lusinghiera presentazione: « a tutti noto — si disse di lui — quale « benemerito insegnante di scienze matematiche, già da molti anni, « nel pubblico Studio romano; noto al mondo per le sue pubblicazioni geometriche, tanto che difficilmente si può indicare, dopo « ARCHIMEDE, chi gli stia a paro. In teologia e in sana filosofia « tanto eccellente, che non si sa in quale delle due abbia maggior « competenza » <sup>(15)</sup>.

Ciò spiega la rapida diffusione delle nuove idee, e l'impulso che per esse ne venne al progredire del pensiero scientifico.

« triangles dont le nombre augmente indéfiniment et dont la somme tend « vers zéro. Ces petits triangles devaient être un trait de lumière pour « les successeurs immédiats de STEVIN dans les Pays-Bas... ». (BOSMANS, loc. cit., p. 17 dell'estratto).

Crede inutile osservare che quei piccoli triangoli erano anche, e nella identica forma, nelle proposizioni di ARCHIMEDE, il quale molto facilmente e molto correttamente dimostrava che la loro somma era sempre inferiore al rettangolo di base, e quindi si poteva supporre piccola a piacere.

In STEVIN non ci sono, naturalmente, nè ascisse nè ordinate, e non si parla di triangoli differenziali...

<sup>(15)</sup> Cfr. GABRIELLI, *Luca Valerio linceo*, loc. cit., p. 694.