

**La Fisica come disciplina scolastica: il caso di Giuseppe Belli
(Calasca, 1791 - Pavia, 1860)**

Paola Fraguglia

1 - Giuseppe Belli. Cenni biografici

Giuseppe Belli nacque a Calasca (Val d'Ossola) nel 1791, da Bartolomeo e Maria Tognola. La famiglia si trasferì a Pavia nel 1802 e qui egli frequentò gli studi ginnasiali e poi l'Università¹.

Nella sua formazione universitaria sono estremamente importanti, oltre agli studi più specificamente scientifici², anche quelli filosofici: nella fattispecie il corso di *Analisi delle idee*, che frequentò durante il primo anno (1809). Il corso era tenuto da Gianbattista Savioli³, ma il testo in vigore erano le *Istituzioni di logica, metafisica ed etica* di Francesco Soave⁴, la cui prima edizione risaliva al 1791⁵. Lo studio di

¹ Tabella curricolare fatta compilare nel 1850 su richiesta dell'allora rettore dell'università (BUP, Ms Ticinesi 646-47-48, prima parte). Belli non frequentò il liceo e passò direttamente dal ginnasio all'università. Per chiarimenti riguardo quest'aspetto della sua vita in riferimento alla situazione scolastico-istituzionale del tempo, si rimanda a P. Fraguglia, *Giuseppe Belli (1791-1860). Uno scienziato prestato alla didattica*, tesi di laurea, rel. A. Ferraresi, Università degli Studi di Pavia, a.a. 1999-2000, in particolare le pp. 1-7.

² Condotti presso la Facoltà fisico-matematica, istituita dai Francesi nel 1803.

³ Gianbattista Savioli (Bergamo, 1748-Pavia, 1823). Padre barnabita, entrò nell'università di Pavia prima come supplente di Fisica generale (1802-6), poi come docente di Analisi delle Idee (1806-9) e di Filosofia teoretica e pratica (1814-23). Fra il 1811 e il 1814 occupò, invece, la cattedra di Fisica dell'università di Bologna. Per alcune notizie in merito cfr. *Memorie e documenti per la storia dell'Università di Pavia*, vol. I, *Serie dei rettori e dei professori con annotazioni*, pp. 429-30; p. 487.

⁴ Francesco Soave, (Lugano, 1743 - Pavia, 1806). Padre somasco tenne la cattedra di Analisi delle Idee a Pavia fra il 1803 e il 1806. Importantissimo intellettuale italiano sia del primo periodo asburgico che di quello napoleonico, non ci si soffermerà, in questa sede, sulle molte e variegate vicende culturali delle quali fu protagonista (per le quali si vedano L. Catenazzi, *Elogio di F. Soave*, Como, 1812 e dello stesso Savioli *Elogio storico di Francesco Soave*, Pavia, Fusi, 1806). Per ora basti sapere che fu uno dei diffusori in Italia delle dottrine di Locke e Condillac. Per quanto riguarda la penetrazione della filosofia lockiana in Lombardia si veda il saggio di M. Baldi, *Cesare Baldinotti e gli orientamenti empiristici dell'Accademia di Mantova nella seconda metà del Settecento*, in G. Barbarisi - A. De Maddalena - E. Rotelli, *Economia, istituzioni, cultura nella Lombardia di Maria Teresa*, vol. II, *Società e cultura*, Milano, 1982, pp. 185-200 e, con particolare riferimento all'università pavese, si veda M. Sina, *Locke e la filosofia dell'illuminismo lombardo*, in *ibidem*, pp. 239-254. L'area italiana in generale è trattata da G. Capone Braga, *La filosofia francese e italiana del Settecento*, parte seconda, *Gli ideologi italiani*, Padova, 1942, cfr. soprattutto le pp. 60-89.

⁵ Savioli insistette per tutta la sua vita che esse venissero sostituite dalle sue *Institutiones philosophiae*, ma non vi riuscì né sotto la dominazione francese, che aveva adottato per prima il testo di Soave, né con il successivo ritorno degli Austriaci, la cui Commissione Aulica degli studi le aveva confermate come libro di testo ufficiale. Per una sintetica ricostruzione di queste vicende durante la Restaurazione cfr. M. C. Emanuele, *La Facoltà filosofica presso l'Università di Pavia dal 1814 al 1851*, Tesi di laurea, Università di Pavia, Facoltà di Lettere e Filosofia, Rel. G. Guderzo, A. A. 1978-79, pp. 472-3.

quest'opera sensista è riscontrabile in pieno nella forma mentis di Belli, soprattutto per come esplicitata nell'approccio alla didattica⁶.

Si laureò nel 1812, seguì la pratica d'ingegnere per quattro anni e ottenne il posto di assistente alla cattedra di Fisica e matematica elementare nel 1820⁷. Durante questo primo periodo pavese, strinse amicizie con Gaspare Brugnattelli⁸, il canonico Giovanni Bosisio e il medico Giovanni Capsoni. Questi legami produssero un ricco epistolario per tutta la vita extrapavese di Belli⁹.

Il 5 settembre 1821 Belli venne nominato professore di Fisica nell'I. R. Liceo di Porta Nuova in Milano (ora Liceo-Ginnasio G. Parini)¹⁰. Quest'impegno lo occuperà per quasi vent'anni della sua vita, con fatica e talvolta grossa frustrazione, soprattutto per lo stato insoddisfacente del gabinetto delle macchine disponibile in quella scuola¹¹. La salute di Belli, inoltre, era piuttosto cagionevole e gli risultavano abbastanza gravose le ore di lezione, tanto che, tra il 1827 e il 1832 (questo è il periodo che possiamo documentare), riuscì ad affidare le ore destinate all'insegnamento della Meccanica al professore di matematica del liceo¹². Quest'ultimo fatto è importante, come vedremo, anche a livello di definizione disciplinare.

L'impegno didattico si appesantì ancor più quando, nel 1826, gli venne ordinato di compilare un libro di testo per la sua cattedra. Questo compito lo impegnerà per 10 anni.

⁶ D'altronde la didattica fu uno dei campi più fertili per i sensisti. Di J. Locke (1632-1704) abbiamo i *Pensieri sull'educazione* (1693); di E. B. Condillac ricordiamo l'esperienza come precettore di Ferdinando di Borbone, da lui rielaborata nel suo *Corso di studi* (1773) di cui, tra l'altro, esistono due versioni edite a Venezia nel 1793 e nel 1795 in funzione esclusivamente didattica (*Corso di studi utilissimo all'istruzione della civile gioventù e La logica o siano i principi fondamentali dell'arte di pensare...ad uso delle Scuole d'Italia*). Per quanto riguarda la diffusione, in Italia, di traduzioni dei *Pensieri* di Locke, si veda di Capone Braga, op. cit., p. 61, n. 4.

⁷ Tabella curricolare (vedi n. 1).

⁸ Gaspare Brugnattelli (1792- 1852). Si conobbero da giovanetti e frequentarono la facoltà fisico-matematica insieme (anche Brugnattelli si laurea nel 1812), ma Brugnattelli divenne un chimico e un naturalista. Dal 1816 egli cominciò a collaborare con il padre Luigi Valentino alla pubblicazione del *Giornale di Chimica e Fisica* fondato da quest'ultimo. Alla morte del padre continuò la pubblicazione assieme a Pietro Configliachi. Nel 1819 divenne supplente alla cattedra di Storia Naturale universale e Tecnologia, che ricoprì poi come ordinario dal 1820 fino alla morte. Tra il 1831 e il 1839 fu uno dei direttori della *Biblioteca Italiana*.

⁹ Presso la Biblioteca Universitaria di Pavia, nel fondo Autografi si trovano tre gruppi di lettere indirizzate rispettivamente a Gaspare Brugnattelli (sono 177 e vanno dal 1814 al 1851), Giovanni Bosisio (7, dal 1830 al 1851) e Giovanni Capsoni (6, dal 1840 al 1855) e contenute nelle cartelle n. 1, 6, 7.

¹⁰ Tabella curricolare (vedi n. 1).

¹¹ P. Fraguglia, op. cit., pp. 8-21.

¹² P. Fraguglia, op. cit., pp. 21-3. Belli avvanzerà la medesima richiesta durante il periodo di insegnamento a Padova (*ibid.*, pp. 27-30).

La storiografia ha spesso rilevato come questo sia stato, d'altronde, un periodo proficuo dal punto di vista scientifico¹³ e qualcuno ha notato come l'aspetto didattico abbia influenzato profondamente quello scientifico, in senso soprattutto limitativo¹⁴. La tesi di questo lavoro è invece che fra i due ambiti si siano create interazioni biunivoche assai proficue, partendo dal presupposto che la separazione netta fra i due è un'acquisizione posteriore.

Comunque sia, è certo che il ricercatore Belli è nettamente svantaggiato in questa situazione, occupato com'è in mille impegni burocratici tipici del funzionario lombardo-austriaco, ma forse è soprattutto l'uomo ad essere amareggiato, lontano com'è dalla sua seconda patria, Pavia.

Belli 'tramerà' sempre per tornarvi¹⁵ e non sarà la cattedra di fisica sperimentale a Padova, che ricoprì tra il 1840 e il 1843¹⁶, o l'allettante offerta - che ben si sarebbe conciliata con propositi di ricerca 'pura' - di un posto da parte di Vincenzo Antinori, direttore del museo di Fisica e Storia Naturale di Firenze¹⁷, ad acquietarlo.

Nel 1842 ottenne finalmente la cattedra a Pavia¹⁸, divenendo il secondo successore di Volta. La ricoprì fino alla morte, avvenuta nel 1860. Anche in questa nuova sede gli impegni didattici erano pesanti, affiancati tra le altre cose dal riordino e inventario del Gabinetto di Fisica dell'Università, compito che Belli eseguì molto scrupolosamente. Il versante più propriamente scientifico è tuttavia caratterizzato da un estremo eclettismo, estendendosi dallo studio dell'elettricità a quello della geologia e mostrandosi oramai fondamentalmente slegato dagli interessi del didatta¹⁹.

2 - La storia delle discipline scolastiche: fertilità di un nuovo dominio di ricerca

Per quanto gravosa, l'attività didattica venne seriamente considerata da Belli che ne percepì, fin da subito, la dignità intellettuale e scientifica. Essa è testimoniata, a

¹³ Rovida parla di questo come del "periodo più proficuo per le attività del Belli" (E. Rovida, *Vita e opere di Giuseppe Belli*, in *La Fisica a Pavia nelle opere di Giuseppe Belli*, Atti del Convegno Pavia-Calasca, 11 dicembre 1991-25 gennaio 1992, Pavia, 1992, pp. 11-20; soprattutto p. 14). Con lui è d'accordo Bruni (G. Bruni, *La personalità di Giuseppe Belli come appare dalla sua biografia, dalle sue lettere, dai suoi lavori scientifici*, in *Ibid.*, pp. 43-56).

¹⁴ Si veda L. Fregonese, *Giuseppe Belli: uno scienziato tra didattica e ricerca fondamentale*, in *Ibid.*, pp. 57-76.

¹⁵ Belli tentò, fin da subito, qualsiasi strada. Nel 1826 partecipò al concorso per un posto di vicebibliotecario nella Biblioteca Universitaria di Pavia. (Rovida, op. cit., p.13).

¹⁶ Tabella curricolare (vedi n. 1).

¹⁷ Politecnico di Milano, Biblioteca Centrale della Facoltà di Ingegneria, Fondo Piola, lettere di Belli a Piola, n. 41, Padova 20 febbraio 1842.

¹⁸ Tabella curricolare (vedi n. 1). Il 24 dicembre 1842 venne nominato, ma iniziò le lezioni il primo aprile 1843 (C. Giordano, *Autografi e altri manoscritti di Giuseppe Belli*, in *La Fisica a Pavia* op. cit., pp. 129-36; cfr. p. 131).

¹⁹ Per un'idea generale dell'evoluzione degli interessi scientifici di Belli durante l'arco della sua vita, si veda G. Bruni, *Bibliografia delle opere a stampa di Giuseppe Belli*, in *La Fisica a Pavia* op. cit., pp. 137-41.

livello documentario, non solo dal suo manuale, ma anche da gran parte delle fonti manoscritte autografe che si sono conservate per lo più presso la Biblioteca Universitaria di Pavia²⁰.

Oltre alle considerazioni ed osservazioni che Belli espresse in merito nelle lettere agli amici, (soprattutto a Brugnattelli), e alle autorità governative in veste di relazioni ufficiali sul suo operato, esistono le vere e proprie 'carte del professore': lezioni, strutturazioni dei corsi, interrogazioni etc.

Quest'ultima tipologia di documentazione ha permesso di affrontare lo studio della storia dell'insegnamento scientifico in una maniera trasversale, rispetto alla tradizionale storia delle istituzioni scolastiche che lo impartirono e delle riforme legislative che lo regolarono programmaticamente, e rispetto alla storia della fisica 'tout-court'. Lungi dal separare il piano contenutistico (cultura sublime) da quello divulgativo (didattica), mira a studiare quest'ultimo come una formazione culturale autonoma, la "disciplina scolastica"²¹, caratterizzata da contenuti e metodi propri.

A confermare l'autonomia della cultura disciplinare scolastica, sta il fatto che all'interno della nostra cultura sublime si trovano discipline quali la grammatica, che fu "historiquement crée par l'école elle-même, dans l'école et pour l'école"²². E' altrettanto importante, tuttavia, considerare campi di ricerca che si formarono storicamente fuori della scuola e, sempre e solo storicamente, vi si affacciarono: una di queste è la fisica sperimentale, che entra nelle università italiane negli anni trenta e quaranta del Settecento.

Sulla caratteristica processuale della creazione della fisica sperimentale come disciplina scolastica mira a indagare questo lavoro, esaminando un tratto di questo percorso rappresentato dall'esperienza personale dello scienziato-didatta Belli nel primo cinquantennio dell'800. L'attenzione verrà concentrata sulla documentazione riguardante l'esperienza milanese (1821-1840) per due motivi: 1) in quanto si tratta del primo approccio alla didattica di Belli e può quindi mostrarci in fieri le operazioni attraverso le quali lo scienziato diventa didatta e la fisica sperimentale diventa disciplina scolastica; 2) in quanto questa prima esperienza si svolge in un Liceo, creatura, allora, piuttosto recente (1812) ed innovativa (per gli aspetti che vedremo).

²⁰ Oltre ai fondi di lettere già citati (vedi n. 10), sono presenti presso questa biblioteca i seguenti fondi: Il fondo Manoscritti Ticinesi conta otto cartelle appartenenti a Belli (dalla n. 645 alla n. 652). Nella cartella 645 sono conservati appunti e documenti riguardanti soprattutto l'insegnamento universitario a Pavia (1843-60). Nelle cartelle 646, 647 e 648 vi sono documenti relativi al periodo milanese (1821-40). Nelle cartelle 649, 650 e 651 sono conservate alcune memorie scientifiche. Nella 652 sono infine presenti i suoi studi di linguistica e dialettologia. Inoltre, conservano lettere di Belli: la Biblioteca Civica Bonetta di Pavia (20 lettere a Giovanni Bosisio, nel Legato Brambilla, che vanno dal 1834 al 1858); la Biblioteca Centrale della Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Milano (109 lettere a Gabrio Piola, nel fondo Piola, che vanno dal 1826 al 1841); l'Archivio di Stato di Milano, (9 lettere di varia destinazione contenute nella cartella n. 112 del fondo Autografi).

²¹ Per questo nuovo indirizzo della ricerca storica si veda: A. Chervel, *L'histoire des disciplines scolaires: réflexions sur un domaine de recherches*, in "Histoire de l'éducation", n. 38, mai 1988, pp. 59-117.

²² ibidem, pp. 66-7.

All'interno di questa ipotesi di ricerca verrà anche considerata la costruzione del manuale, modalità testuale la cui definizione è anch'essa storica e deve fare i conti con il distacco graduale da quella del trattato, passando attraverso forme ibride. Per questo motivo ho studiato il testo soprattutto dal punto di vista formale e, dal punto di vista contenutistico, per le sue influenze a questo livello (dove il contenuto obbliga ad una determinata forma testuale e ne esclude un'altra). Per fare ciò mi sono valsa di alcuni spunti di ricerca delineati dalla storia della volgarizzazione, che vede in questo tipo di testi una sofisticata operazione intellettuale che implica sempre un ripensamento profondo del contenuto che si vuole esprimere²³.

3 - Il modello interpretativo

Prima di affrontare direttamente la documentazione, occorre forse delinearne alcuni tratti fondamentali della questione: fisica sperimentale come disciplina scolastica. È bene accennare al modello concettuale che ho costruito per affrontare lo studio di questo processo. L'ipotesi fondamentale è che questo processo di trasformazione si sviluppi diacronicamente attraverso la relazione biunivoca fra Fisica sperimentale e scuola: quattro elementi o fattori la strutturano.

La Fisica sperimentale, assieme a tutte le alte discipline sperimentali ed osservative, introduce nella scuola una nuova modalità di conoscenza che si riflette in una nuova modalità didattica: la *comunicazione non verbale*²⁴.

La scuola, d'altra parte, già dalla fine del '600 fa sua la necessità del *cursus*, una nuova raccolta scritta dei contenuti insegnati che sostituisce le vecchie *auctoritates* da glossare²⁵. Necessità nata dalla consapevolezza della storicità del sapere, la costruzione del *cursus* da parte del docente è certamente più agile per discipline in sé stesse verbali. Per discipline quali la fisica sperimentale - in cui il problema epistemologico di traduzione dal non verbale al linguistico si pone agli stessi scienziati²⁶, e in modo fortissimo ad intellettuali di formazione sensista - la richiesta didattica del *cursus* complica la faccenda.

²³ Y. Jeanneret, *Écrire la science. Formes et enjeux de la vulgarisation*, Paris, 1994. Si riportano di seguito alcune considerazioni significative. "[...] la vulgarisation est une lecture de la science. Car on ne peut rien écrire sans le lire, par le mouvement même de l'écriture. Par-delà ses limites, l'intérêt de la vulgarisation est précisément qu'elle rend la science lisible, pour le non-scientifique, mais peut-être aussi pour le scientifique lui-même" (ivi, pp. 66-67). "[...] Le projet que poursuit le vulgarisateur n'est pas de reproduire des énoncés préexistants de la science, mais plutôt de construire un discours sur le monde, [...]. Ce discours s'emploie à élaborer une représentation du monde [...]" (ivi, p. 38). Dunque la volgarizzazione "est la manifestation tangible du risque que comporte la recherche" (ivi, p. 78).

²⁴ Cfr. R. G. Mazzolini (a cura di), *Non-verbal communication in science prior to 1900*, Firenze, 1993 e L. Ciancio, *La formazione del naturalista nell'Italia del Settecento. Preliminari di una ricerca*, in "Società e storia", n. 80, 1998, pp. 253-89. Ciancio parla di "dimensione tacita del sapere".

²⁵ Cfr. L. Brockliss, *Curricula*, in W. Rugg (ed.), *A history of the university in Europe*, vol. II, *Universities in early modern Europe (1500-1800)*, Cambridge, 1996, pp. 563-611.

²⁶ De Chadarevian sottolinea che la distinzione fra le due modalità di acquisizione

Inoltre il *cursus* chiede di contenere sia le *institutiones*, gli elementi già acquisiti e consolidati di una dottrina, sia le conoscenze che vengono alla luce progressivamente. Quando la stessa scienza necessita di trattati, quando manca cioè di *traditio*, da controbattere o da accettare o da criticare in parte, le esigenze del *cursus* vengono a coincidere con quelle del trattato. Non ci sono *auctoritates* da abbattere, ma più e più voci da tenere in considerazione, più e più fenomeni continuamente scoperti e interpretati. Su quali basi costruire un *cursus*? Da dove partire? Mancando trattati generali, ecco che essi si identificano a volte col *cursus* che diviene punto di riferimento sia per l'insegnamento che per la ricerca.

Si delinea una fase iniziale in cui non si può distinguere nettamente fra i due campi istituzionali (scolastico e della ricerca)²⁷ e fra i due generi letterari (manuale e trattato)²⁸. Non a caso l'introduzione del manuale è collegata all'inizio coll'abolizione della lezione dettata nelle lezioni pubbliche e con la trasposizione in esse della

della conoscenza non vuole opporre il teoretico all'intuitivo. Entrambe possono situarsi al primo livello ma la relazione tra esposizione non verbale e testo scritto ha certamente una storia interessante (S. De Chadarevian, *Instruments, illustrations, skills, and laboratories in nineteenth-century German botany*, in R. G. Mazzolini, op. cit., pp. 529-62).

²⁷ Brenni, dopo aver delineato una differenza concettuale fondamentale tra "strumento per la misura e la ricerca" e "strumento didattico", secondo il quale il passaggio dall'uno all'altro avviene quando il primo è "definitivamente accettato in seno alla comunità scientifica", ammette che "in molti casi è estremamente difficile, se non impossibile, definire una frontiera netta fra queste due categorie di apparecchi: molti di essi, infatti, restano per un certo tempo in una zona di confine nella quale coesistono sia l'uso didattico che quello relativo alla ricerca." (*La funzione degli strumenti scientifici nella didattica fra Settecento e Ottocento*, in "Studi settecenteschi", 18, 1999, pp. 421-31)

²⁸ *Cursus* è forse il termine più adatto per intendere questo genere testuale che rispecchia una particolare situazione istituzionale e sociologica di approccio alla fisica sperimentale. Come si sa la fisica sperimentale attira inizialmente un largo pubblico variegato, che è fatto di ricercatori, di studenti, di uomini di cultura, di dilettanti, di nobili signori che volevano arricchire il proprio arredamento. È interessante, a questo proposito, sottolineare la critica che Poli muove al testo di Nollet *Leçons de physique expérimentale* (pubblicato tra il 1743-1767; ristampato e tradotto innumerevoli volte), nella prefazione al suo, *Elementi di fisica sperimentale*, edito per la prima volta nel 1787. Questo testo nacque inizialmente, si suppone, per il principe ereditario delle Sicilie del quale Poli era precettore; successivamente venne rielaborato per gli studenti universitari della facoltà di medicina. Nollet è colpevole, secondo Poli, di aver dato troppo spazio alla descrizione minuziosa degli strumenti e delle esperienze, "cosa che riesce per verità sommamente noiosa e ristucchevole". In questa polemica si può avvertire il passaggio da un testo di divulgazione diretto ad un pubblico vario e per i più vari scopi (curiosità, dilettantismo, confronto scientifico, necessità di reperire i modelli dei nuovi strumenti...), testimone di una fisica non ancora istituzionalizzata, ad un testo diretto ad una classe specifica di lettori con un solo scopo, quello istituzionalizzato di proseguire il proprio iter scolastico e che ha a disposizione dei laboratori abbastanza strutturati nella loro composizione.

ricerca, fino ad allora riservata alle accademie²⁹. Già dopo poco, però, come fa notare Brambilla, emerge la difficoltà di contemperare, nella didattica, la parte codificata dal manuale con la ricerca più recente, praticata nel frattempo dagli stessi professori. E' un problema che, crea un vero e proprio dibattito sul senso che occorre dare alla natura e agli obiettivi dell'insegnamento universitario: se confinato alle *institutiones* o se spostato sulle nuove teorie e sistemi seguiti dai vari docenti³⁰. Questa sembra essere una prima forma di frattura fra mondo scolastico e mondo della ricerca.

L'ultimo elemento di dinamizzazione del rapporto fisica sperimentale/scuola è il concetto di *elementa*. Simile al concetto di *institutiones*, porta in sé un carattere di differenziazione importante: è connesso ad un livello di apprendimento inferiore o comunque differenziato. Fino a che l'insegnamento della fisica è limitato all'ambito della cultura universitaria e sconfina nella vera e propria pratica della ricerca, il problema degli *elementa* non si pone in maniera netta. Esso emerge più prepotentemente con l'introduzione di una differenziazione di livelli all'interno del sistema scolastico. In Lombardia questo avviene fondamentalmente con la nascita del Liceo, nel 1802, ad opera dei Francesi³¹.

²⁹ Le "accademie" erano una sorta di lezioni private in cui i docenti si riservavano di spiegare il sapere non tradizionale ad un gruppo selezionato di studenti. Questa modalità, adottata per la prima volta dai colleghi religiosi, viene regolarizzata alla fine del Seicento nelle università tedesche di Göttingen e di Halle e, via via, adottata dalle altre università europee. Anche Brockliss sottolinea e spiega come, a proposito della differenza fra lezione pubblica ("the lecture") e accademia ("the seminar"), "each method of teaching had its own peculiar pedagogical function" (L. Brockliss, *Curricula*, in W. Rugg (ed.), *A history of the university in Europe*, vol. II, *Universities in early modern Europe (1500-1800)*, Cambridge, 1996, pp. 563-611). La fisica sperimentale, però, non entra nell'Università di Pavia attraverso questa modalità, ma direttamente come lezione pubblica nel 1742. È Bologna a presentare un esempio di questo passaggio. La fisica sperimentale entra in questa università sotto forma di "esercizi" tenuti presso l'Istituto delle scienze e delle arti (1714), totalmente distinti dalle "lezioni" teoriche. I primi consistevano in veri e propri esperimenti e dimostrazioni tenuti presso il gabinetto appositamente costituito presso l'istituto, colla proibizione per i professori di fare lezione. L'università non disponeva di un corso di fisica se non nel commento del testo aristotelico. Esisteva quindi una situazione simile a quella vista per le accademie, non tanto per la ristrettezza del pubblico, dato che le lezioni erano aperte a tutti gli studenti medici e filosofi, quanto per il forte divario fra una parte verbale agganciata alle *auctoritates* e una parte sperimentale dedicata alle novità dei moderni. Per le vicende dell'università bolognese a questo riguardo cfr. M. Cavazza, *Fisica generale fisica sperimentale nelle istituzioni scientifiche emiliane del Settecento*, in "Studi settecenteschi", 18, 1999, pp. 321-42.

³⁰ E. Brambilla, *Scientific and Professional Education in Lombardy, 1760-1803: Physics Between Medicine and Engineering*, in F. Bevilacqua - L. Fregonesi (a cura di), "Nuova voltiana. Studies on Volta and his Times", Università degli studi di Pavia, 2000, vol. I, pp. 51-99. Tratta, nello specifico, delle riforme del 1773 e del 1802-3, per quanto riguarda i metodi di insegnamento nelle pp. 26-9.

³¹ Più generalmente, a mio parere, è la struttura scolastica francese per come emerge dal periodo consolare in poi, a imporre la definizione di *elementa*, (correlata

Lascero da parte le vicende istituzionali, pure importantissime e significative, che riguardano il Liceo - la sua successiva trasformazione, in termini di funzione nella carriera scolastica e di aspirazioni formative, ad opera della Restaurazione austriaca (1817, *Istituti filosofici*)³² - per concentrarmi sulla vicenda di uno scienziato che diventa didatta proprio al suo interno.

4 - Una cattedra, una definizione di Fisica, più campi di studio

“Fisica sperimentale unitamente alle nozioni più essenziali di matematica applicata”: così era intitolata la cattedra che Belli cominciò a ricoprire nel novembre del 1821, secondo le disposizioni dell’allora più recente riforma del sistema scolastico, quella del 1817. Quest’ultima non dava ulteriori indicazioni sul contenuto disciplinare ed indicava solamente i testi di riferimento: gli *Elementi di fisica sperimentale* di Giuseppe Saverio Poli (1787)³³ e gli *Elementi di fisica generale* di Andrea Mozzoni (1810)³⁴.

La cattedra tentava di unire in sé due campi di studio e, soprattutto, due insegnamenti tradizionalmente separati, ma si rifaceva a testi che presupponevano questa differenziazione. L’adozione di questi due testi era l’esito fallimentare di un dibattito iniziato nell’agosto del 1812, che aveva coinvolto il Ministro dell’Interno, la Direzione Generale della Pubblica Istruzione e una commissione appositamente istituita per la scelta dei libri di testo. Il problema era sorto con la riforma del 1811: dopo molti anni di confusione, la cattedra di fisica stabilita nei licei diventava definitivamente non più sovrapponibile a quella presente presso l’università, in quanto il suo insegnamento confluiva nella cattedra di *Elementi di scienze naturali*. Nasceva, dunque, una *quaestio*, riguardante la fissazione degli “elementi” di fisica da attribuirsi alla preparazione liceale. Non si arrivò ad una soluzione soddisfacente: il testo di Mozzoni, già in uso, veniva riconfermato con l’auspicio che i docenti provvedessero a modificarlo con le debite aggiunte; il testo di Poli compariva nella “biblioteca” dei professori, quindi come libro ‘difficile’. Dalla relazione Scopoli del 1815 sullo stato della pubblica istruzione, apprendiamo, tuttavia, che entrambi erano stati finalmente adottati come libri di testo³⁵.

Belli non ha a disposizione nessun programma, neanche minimo: questo è un fatto importante, perché significa che il *cursus* da lui elaborato sarà esito, in primo luogo,

all’acquisizione del manuale), in una prospettiva in cui la differenziazione netta fra gradi dell’istruzione è finalizzata soprattutto alla tecnocratizzazione degli studi scientifici sublimi. Per un sintetico chiarimento di questi aspetti, soprattutto in relazione agli esiti che l’impostazione francese ebbe in Lombardia, si veda P. Fraguaglia, op. cit., pp. 35-40; 47-56. Per un approfondimento della situazione francese cfr. N. e J. Dhombres, *Naissance d’un nouveau pouvoir: sciences et savants en France, 1793-1824*, Paris, 1989.

³² Cfr. P. Fraguaglia, op. cit., pp. 56-60.

³³ Ho consultato la seguente edizione: G. S. Poli, *Elementi di fisica sperimentale*, Venezia, 1796, 5 vols.

³⁴ L’edizione consultata è la seguente: A. Mozzoni, *Elementi di fisica generale*, Milano, 1822, in 8°.

³⁵ Per una sintetica ricostruzione di questi fatti si veda P. Fraguaglia, op. cit., pp. 60-62.

del suo lavoro di didatta e che la sua stessa cattedra si identificherà, in primo luogo, con le interpretazioni che diede di queste sommarie indicazioni governative.

Possediamo la minuta della definizione di fisica che Belli tentò di dare nella sua primissima lezione al Liceo di Porta Nuova (9 novembre 1821)³⁶. Dalle continue correzioni risulta evidente la difficoltà con cui l'autore la affronta.

La storiografia è abituata a lottare con le definizioni disciplinari, colla difficoltà di utilizzare pienamente termini quali fisica particolare, sperimentale, generale e matematica applicata³⁷. Ebbene da questa difficoltà non sembra esonerato lo scienziato Belli.

L'eliminazione o comunque la trasformazione della oramai vetera suddivisione della fisica in generale e particolare è uno dei problemi che emerge dalla storia delle correzioni apportate alla sua definizione, insieme alla posizione dello studio del moto e allo statuto degli imponderabili.

Per quanto riguarda il primo problema, la definizione di Belli si incentra solo ed esclusivamente sulla distinzione fra proprietà e cambiamenti, nella quale i secondi sono il prodotto dell'agire di forze più o meno continuative sulla materia.

La Fisica è quella scienza che si aggira sulle proprietà esteriori della materia inorganica e sui cambiamenti esteriori a cui la medesima va soggetta³⁸.

Come si vede, Belli, riesce a dare una definizione unitaria senza ricadere nell'antico concetto di *physis*, proposto ad esempio da Poli³⁹. Inoltre evita di porre in opposizione il concetto di studio generale a quello di studio particolare con il connesso, ancora più antico, di corpo particolare, evidente sia in Mozzoni che in Poli⁴⁰.

Con questa definizione riesce inoltre a salvare la differenza ontologica ed euristica fra materia e forze, eludendo il problema della classificazione del moto⁴¹. Nella

³⁶ *Lezione 1.^a Pel giorno 9. Novembre 1821. Venerdì. Definizione della Fisica; Divisione del Trattato di Fisica; Della materia, e De' Corpi in generale; Dell'estensione.* (BUP, Ms Ticinesi 646-47-48, prima parte).

³⁷ Per quanto riguarda la situazione pavese durante la giovinezza di Belli cfr. F. Bevilacqua – A. Ferraresi, *Per una storia dello sviluppo della matematica e della fisica a Parigi e a Pavia nell'età della rivoluzione*, in "Annali di storia pavese", n. 20, 1991, pp. 199-249.

³⁸ *Lezione 1.^a Pel giorno...* Questa definizione ne sostituiva un'altra, assai più problematica - "La Fisica è quella scienza che si aggira sulle esteriori proprietà, affezioni, e modificazioni della materia inorganica" - laddove la differenza fra affezioni (moto, suono, distribuzione del fluido elettrico) e modificazioni (dilatazione dei corpi per il calore e restringimento per il freddo), stava nella temporaneità delle seconde e nel fatto che le prime riguardavano la materia e le seconde i corpi.

³⁹ "L'oggetto della Scienza della Fisica, che direbbesi altrimenti *Scienza della Natura*, è tutto ciò che v'ha di sensibile nel vasto teatro dell'Universo [...]" (G. S. Poli, op. cit., vol. I, Lezione I, *Sulla materia in generale*, articolo I, *Dell'esistenza, della Natura, e delle Proprietà della Materia*, pp. 1-3).

⁴⁰ Cfr. P. Fraguglia, op. cit., pp. 68-71.

⁴¹ Vedi n. 40. Le affezioni, fra le quali rientrava inizialmente il moto, per certi versi coincidevano con delle proprietà costanti della materia e questo poteva portare ad una loro materializzazione. Eliminando, dunque, la distinzione fra affezioni e modificazioni, Belli evitava di porre il moto in una posizione, per molti versi,

suddivisione interna alla fisica che viene operata di conseguenza, infatti, il moto assume una classificazione a sé, senza rientrare esplicitamente fra le proprietà generali della materia.

La Fisica noi la divideremo in tre parti.

Nella prima tratteremo delle proprietà generali della materia

Nella seconda delle leggi dell'equilibrio e del moto de' corpi

Nella terza delle proprietà [~~de' fluidi~~] del Calorico, dell'Elettrico, del magnetico e della luce.

Delle quali parti le prime due costituiscono ciò che si potrebbe appellare la Fisica delle sostanze [~~de' corpi~~] ponderabili; e la terza cioè che potrebbesi chiamare la Fisica delle sostanze [~~de' corpi~~ e "~~della materia~~"] imponderabili⁴².

Questo è un altro problema che si deve esser posto a Belli in maniera pesante. Uno dei testi che dichiara di aver consultato per l'elaborazione del suo corso, oltre a Mozzoni e Poli, è la *Fisica meccanica* di E. G. Fischer⁴³. Fischer riconduce lo stato esteriore dei corpi inorganici ad una sola causa: i fenomeni del riposo e del moto. Questi movimenti sono prodotti da cause sensibili (studio dei corpi percettibili), o da alcune modificazioni dei corpi attribuibili a certe materie non sensibili (studio delle sostanze non percettibili)⁴⁴. Essendo il moto il principio unificatore, la fisica è, per Fischer, interamente matematica.

‘pericolosa’.

⁴² *Lezione 1.ª Pel giorno...*

⁴³ Dalle carte in cui Belli elenca esplicitamente i volumi dei quali è in possesso o che consulta, si apprende che l'edizione da lui utilizzata è la traduzione di Biot dal tedesco in francese del 1806. (BUP, Ms Ticinesi 648-49, prima parte). L'edizione qui consultata è *La Fisica meccanica di E. G. Fischer colle note di Biot. Tradotta da Cesare Rovida*, Seconda Edizione riveduta dal Traduttore, Milano, 1823. Era certamente un testo molto consultato all'epoca. Nella Biblioteca Universitaria di Pavia si trovano, oltre a questa, altre tre edizioni che coprono un arco di tempo assai ampio. Trattasi della già citata edizione del 1806 e di altre due con la traduzione di Rovida del 1817 e 1832.

⁴⁴ “Il precipuo scopo della fisica meccanica è di considerare lo stato esteriore de' corpi inorganici, ossia, più esattamente parlando, d'esaminare i fenomeni del riposo e del moto che si osservano in questi corpi. Ma vi hanno due generi di moto tra loro assai differenti. 1.º Il moto de' corpi prodotto da cause sensibili, cioè a dire, la cui esistenza può essere comprovata da' nostri sensi. 2.º I movimenti prodotti da certe modificazioni de' corpi, e che noi osserviamo senza avere un'idea netta della loro causa motrice. Sono di questo numero gli effetti del calore, della luce, dell'elettricità, ec., e si attribuiscono, non senza verosimiglianza, i fenomeni di questo genere a certe materie non percettibili, dette il calorico, la luce, il fluido elettrico. Ritenuta questa distinzione, la fisica meccanica si divide in due parti: 1.º nello studio de' corpi percettibili; 2.º in quello delle sostanze non percettibili. Il 1.º è diviso in quattro sezioni, cioè de' corpi in generale, de' solidi, de' liquidi, de' fluidi elastici od aeriformi. Il 2.º è pur esso diviso in quattro sezioni, cioè del calore, della elettricità, della forza

C'è però qualcos'altro che Fischer gli suggerisce e che Belli fa sua: la distinzione concettuale fra corpo e sostanza, abbinata alla caratteristica di maggiore o minore evidenza sensibile. Il problema fondamentale, in questo caso, è lo statuto degli imponderabili. Come si può notare, Belli, prima di decidersi per *sostanze*, adotta sia *materia* che *corpi*. La prima è cancellata in quanto avrebbe comportato una presa di posizione a favore dell'ipotesi materialistica sugli imponderabili, molto controversa proprio per la loro difficoltosa evidenza sensibile. Ebbene la definizione stessa di materia, per Belli, come per molti altri sensisti, non può che partire da questo tipo di evidenza⁴⁵.

Ma la materia, in comune con i *fluidi* imponderabili, non possiede altre caratteristiche, che sono invece tipiche del corpo: la figura e la delimitazione quantitativa⁴⁶. Per questo motivo anche il corpo non può porsi come sostantivo di "imponderabili". La sostanza, d'altronde, nella stessa definizione di Belli, rappresenta solamente una specificazione qualitativa della materia. Inoltre, e qui sta la profonda coerenza concettuale di Belli, esistono delle sostanze spirituali, immateriali⁴⁷.

A questo punto però Belli non adotta integralmente la soluzione di Fischer: anche *ponderabili* vuole come sostantivo *sostanze* e non *corpi* (come la minuta dimostra essere stata la prima scelta, probabilmente mutuata proprio da Fischer). Della materia ponderabile fanno parte anche i fluidi come l'acqua, la quale non è un corpo, se accettiamo la definizione data di quest'ultimo.

Siamo di fronte, dunque, ad una definizione omogenea, proiettata verso l'unitarietà, ma cosciente delle problematiche connesse ad una differenziazione interna ancora presente e convalidata da incertezze di ordine ontologico. La cattedra è unica, ma si compone di due parti ben divisibili di cui una, la meccanica, sarà addirittura possibile scorporarla, come già visto.

Questa unitarietà è ottenuta focalizzando l'attenzione sulla dimensione concettuale dell'uso della lingua, attenzione tipica di Belli che connota i suoi lavori scientifici e si è espressa in alcuni suoi studi specificamente linguistici. Per quanto riguarda il nostro percorso nella sua didattica, si tratta di una delle prime tracce di quella formazione sensista⁴⁸ che la connota, a mio parere ampiamente, e che ne fa uno strumento interessante per lo studio della personalità di uno scienziato formatosi nei primi anni dell'800.

magnetica e della luce." (*La Fisica meccanica di E. G. Fischer* op. cit., *Introduzione*, pp. vii-xi).

⁴⁵ "[È cancellato: "La materia è un nome generale, col quale si intende qualunque cosa la quale manifesti la sua esistenza ai nostri sensi, a differenza delle sostanze spirituali"] Chiamasi materia tutto ciò, la cui esistenza ci si manifesta per mezzo di impressioni sui nostri sensi; a differenza delle sostanze spirituali la cui esistenza ci si manifesta solamente per mezzo della ragione" (*Lezione 1. "Pel giorno..."*).

⁴⁶ "Si chiama poi corpo un aggregato di materia, una porzione di materia riunita insieme; un ciottolo, un animale, una pietra" (*Ibid.*).

⁴⁷ Vedi n. 45.

⁴⁸ Per quanto riguarda, in particolare, l'attenzione di Soave ai problemi del linguaggio si veda G. Capone Braga, *op. cit.*, pp. 60-89.

5 - La costruzione del *cursus*: il rifiuto del manuale

Che il contenuto della sua cattedra non corrisponda al suo sapere di scienziato, ma sia qualcosa di qualitativamente diverso, è un dato di immediata consapevolezza per Belli, come si può notare dalle seguenti parole del dicembre 1821, affidate ad una lettera a Brugatelli:

Mi par ottimo il metodo che hai adottato di correggere le cose antecedenti: così mi propongo di fare anch'io l'anno seguente. Io penso di seguire presso a poco l'**ordine** di quest'anno, seguitandolo ciecamente dove non vedo chiaro di poter migliorare, o restringendo, togliendo, aggiungendo dove non vedo un chiaro vantaggio. Così mi pare ch'io renderò sicuramente migliore il **metodo**. Altrimenti se io volessi intraprendere un nuovo **ordine** diverso totalmente, per la sola ragione che vedessi questo difettoso, io incontrerei grande difficoltà e della speranza di quest'anno non potrei prevalermi che nella trattazione delle parti particolari. Se mai vorrò usar nuovo metodo questo sarà dopo ch'io sarò **veramente padrone della materia**, dopo che io avrò tanta esperienza da poter calcolare preventivamente l'esito⁴⁹.

Ad un livello di analisi più approfondito, ci accorgiamo di un'equivalenza implicita molto interessante, che sfugge a tutta prima alle nostre più immediate categorie lessicali e concettuali: si tratta dell'identificazione fra *ordine* e *metodo*. Come già detto, Belli non dispone di un programma dettagliato. I testi prescritti, poi, oltre a non essere pensati per i licei, dividevano in due parti quello che per lui confluiva in unica cattedra. Ma non è solo questo. Quello che identifica fortemente questa nuova materia rispetto al suo patrimonio di ricercatore è l'ordine che, nell'accezione 'soaviana', si identifica principalmente col metodo e, in particolare, col metodo dell'insegnamento.

L'Ordine, e la maniera di fare qualunque cosa è ciò che generalmente chiamasi *metodo*; il perché vi ha il metodo di studiare, il metodo d'imparare, il metodo di ricercare la verità, e il metodo d'insegnarla. In prima origine però altro per *metodo* non s'intendeva, se non l'ordine, e la maniera d'insegnar alcuna cosa ad altrui⁵⁰.

Questo ordine può coincidere con quello di esposizione all'interno di un discorso o con quello più generale di successione di argomenti, e quindi con gli indici dei libri elementari che, dividendosi in "libri, e parti, e sezioni, e capi, e articoli, e paragrafi, e numeri" devono proporre al lettore un viaggio ordinato, irreversibile e 'necessario' in cui ciascun passo prepara al seguente⁵¹.

⁴⁹ BUP, Fondo Autografi, cart. n. 1, lettere di Belli a Brugatelli, n. 13, Milano 16 dicembre 1821.

⁵⁰ F. Soave, *Istituzioni di logica, metafisica ed etica*, Pavia, 1793 (seconda edizione, riveduta ed accresciuta), tomo I, *Istituzioni di logica*, Sezione vi, *Del metodo*, pp. 321-47, cfr. soprattutto la prefazione.

⁵¹ A proposito dell'ordine di successione degli argomenti in uno stesso ambito di studio si veda F. Soave, op. cit., tomo I, *Istituzioni di logica*, Sezione v, *Delle Cognizioni che impariamo da altrui e dell'Arte critica*, capo v, *Del metodo di studiare*, pp. 152-56. F. Soave, op. cit., tomo I, *Istituzioni di logica*, parte II, sezione VI, *Del metodo*, capo iii,

In assenza di una *traditio* in questo senso, l'ordine secondo il quale la disciplina insegnata dovrebbe strutturarsi è qualcosa che Belli sembra voler imparare dalla stessa esperienza didattica, dall' "esito" (cognitivo) che dovrà appunto imparare a "calcolare".

Tuttavia non è solo l'esito cognitivo a condizionare l'ordine: ci sono fattori prettamente scientifici, come, ad esempio, la sovrapposizione fenomenica fra calorico ed attrazione, che costringe a stravolgere, in alcuni tratti, la primitiva tripartizione ordinata della materia e ad accennare all'uno quando si sta trattando dell'altra. A queste possono essere aggiunte molte altre ragioni che rendono l'ordine delle lezioni qualcosa di assolutamente non sistematizzato⁵².

Lez.e 3.^a Apparente compenetrabilità dell'alcool coll'acqua. Della mobilità. Inerzia. Della Gravitazione. Varie ragioni per doverla ammettere.

Lez.e 4.^a Si continua a parlare dell'Attrazione universale, ripetendo ed estendendo la Lezione precedente.

Lez.e 5.^a Si continua a dire alcune cose sul medesimo soggetto. Dell'attrazione molecolare. Varj esempj per dimostrare l'esistenza dell'attrazione molecolare. Coesione de' solidi. Adesione fra le superfici piane di due pezzi di piombo. Tra il cristallo e il mercurio. Tra due lamine di cristallo umettate.

Esercizio

Lez.e 6.^a Si continua a parlare dell'attrazione molecolare. Si spiega la causa di quell'apparente adesione che si manifesta fra due lamine di cristallo non umettate. Della riunione in gocce. Dell'elevazione ne' tubi capillari. Distanza a cui si manifesta l'attrazione molecolare. Legge dell'attrazione molecolare. (...) ⁵³.

Belli si può dunque permettere di reperire i materiali da più libri e non è costretto ad affidarsi ad uno solo. Con tutto ciò egli non rinuncia a mettere in pratica l'ordine che Soave auspicava per un libro elementare. Durante l'anno detta agli scolari un indice diviso in trattati, sezioni e capitoli, in cui questi ultimi devono successivamente collocare il materiale delle lezioni⁵⁴.

Confronto dei due Metodi. Sintetico e Analitico, pp. 340-347. È da ricordare, comunque, la partecipazione di Soave alla commissione napoleonica del 1802 per i libri elementari.

⁵² Cfr. P. Fraguaglia, op. cit., pp. 80-1.

⁵³ *Indice delle Lezioni da me fatte nell'I. R. Liceo di Porta Nuova in Milano l'anno 1821-22.* (BUP, Ms Ticinesi 646-47-48, seconda parte)

⁵⁴ "Siccome i materiali li prendo da più autori, cioè parte dalla Fisica Generale di Mozzoni per la Meccanica, parte da quella di Fischer, parte da quella del Poli, così allo scopo di aiutare gli scolari [è cancellato: "ed anzi di obbligarli"] a tenere ordinati questi materiali e per costringerli a tutti studiarli, io dettava di mano in mano una serie di brevi interrogazioni che fra tutte formavano come un Indice delle cose spiegate, distribuito in Trattati, e Capi; e queste interrogazioni erano quelle altresì di cui mi serviva ne' frequenti esercizi" (*Rapporto sul Corso delle Lezioni di Fisica date l'anno scolastico 1823-24 nell'I. R. Liceo di Porta Nuova in Milano*, BUP, Ms Ticinesi 646-47-48, prima parte. Si tratta di una minuta in cui, tra l'altro, è sbarrata la parte qui citata).

ATTI DEL XXI CONGRESSO NAZIONALE DI STORIA DELLA FISICA E DELL'ASTRONOMIA

- Trattato I.°
- Capo I. De' corpi in generale.
 - Capo 2. Dell'Estensione, colle proprietà subalterne.
 - Capo 3. Dell'Impenetrabilità.
 - 4. Mobilità
 - 5. Attrazione universale
 - 6. Attrazione molecolare.
 - 7. Effetti dell'attrazione molecolare.
 - 8. Cenno de' sistemi sulla natura della materia.
 - 9. Di alcune sostanze in particolare, semplici e composte⁵⁵.

Questo indice sembra mirare all'identificazione più precisa della disciplina coi suoi ambiti diversificati interni, cui era già stata preludio la prima lezione introduttiva. Come quest'ultima, tuttavia, è frutto di una scelta del docente, che tenta di costruire un *cursus* coerente con sé stesso in assenza di un programma dettagliato e di testi che corrispondano alle sue esigenze. Per quanto più sistematico anche il secondo ordine è dunque qualcosa da contestualizzare, come vedremo più avanti.

Non basta: anche la verbalizzazione scritta del *cursus* è qualcosa di 'non dato'. Belli introduce l'intervento attivo dello scolaro. Ecco i vantaggi dell'utilizzo didattico dell'*indice*:

E primieramente per ciò che riguarda gli scolari, vengono essi aiutati a scrivere ordinatamente le loro lezioni, sommistrando [sic] io in certa guisa le caselle da riporre i materiali insegnati. Così durante il tempo delle lezioni, essi possono affidarsi unicamente alla loro memoria, scrivendo pochissimo, ma prestando in contraccambio maggior attenzione, e scrivendo poscia alle case loro quanto hanno appreso. Ed io assicuro, che allorquando arrivo ad ottener questo, cioè che la lezione si impari prima a memoria e poi si scriva a casa, allora il profitto è il massimo che io possa conseguire. Si presta una viva attenzione in iscuola, le cose già imparate si imprimono più fortemente ancora nello scriverle (e questi scritti qualunque ne sia lo stile hanno per gli scolari la massima chiarezza), e vengono insieme nello scriver medesimo riconosciute tutte le difficoltà ed oscurità che possono essere occorse, e che vengono poscia levate negli esercizi. Concedendo in vece la comodità di scrivere la lezione per esteso in iscuola, o essendovi un libro che trattasse la materia con molta estensione, si avrebbe troppa confidenza in questi sussidii, quindi poca attenzione al significato delle parole che si andrebbero notando, e che (parola illeggibile) a spiegare, poco studio privato, e inosservate le difficoltà che all'insaputa ingomberebbero la mente. Ed anche per me questo metodo riesce comodo. Esso mi facilita in singolar modo di poter aggiungere, togliere, mutar di luogo secondo che trovo più conveniente; e così approfittare de' lume dell'esperienza per perfezionare il mio corso⁵⁶.

Il rifiuto dell'uso di un manuale di riferimento non è legato solo al fatto, per noi

⁵⁵ In realtà questo sembra essere solo un abbozzo dell'effettiva 'indicizzazione'. Essa si può recuperare, in forma più completa, in altre carte. Rimando nuovamente a P. Fraguglia, op. cit., p. 84.

⁵⁶ Lettera del 9 settembre 1826 al direttore del liceo (ASM, Fondo Autografi, cart. 112).

più intuibile, che non esista un testo adeguato. Lo studente non deve semplicemente ordinare le lezioni in un casellario più sistematico, ma deve addirittura scriversele, ottenendo alla fine un vero e proprio *cursus*, al quale ha contribuito, quindi, in maniera importante.

Belli rifiuta la lezione dettata: lo studente prende nota e solo più tardi, a casa, mediante la strategia della "redazione"⁵⁷, ricostruisce la lezione. Questo comportava, a parer suo, una migliore e più chiara acquisizione dei contenuti.

L'impostazione del nostro didatta deriva da una visione dei processi della conoscenza e delle facoltà intellettuali che vi sono implicate ancora una volta schiettamente 'soaviani'⁵⁸. Durante la lezione l'alunno non viene sottoposto ad una passiva dettatura, ma viene coinvolto con tutta la sua corporeità nella comprensione (Belli afferma l'importanza dell' udito e della vista)⁵⁹. si tratta della facoltà del *sentire*⁶⁰. E' chiamato, inoltre a tenere un'annotazione personale di ciò che 'percepisce' (i nostri appunti), con ciò mettendo in atto la *riflessione* e cioè "fissare e dirigere avvertitamente l'attenzione ora ad una cosa, ora ad un'altra"⁶¹. Solo quest'ultima operazione - che consiste, implicitamente, nella scoperta delle relazioni fra percezione e percezione, o fra concetto e concetto⁶² - permette alla *memoria di ritenere*. In base alle reminiscenze, in questo caso costituite soprattutto dalle annotazioni, lo studente ricostruisce la lezione⁶³.

L'ipotesi fondamentale è che, nel momento della verbalizzazione scritta, della costruzione di un discorso compiuto, possano emergere eventuali difficoltà di comprensione, partendo dalla convinzione, ancora una volta sensista, dell'identità fra chiarezza del pensiero e chiarezza del linguaggio⁶⁴: la redazione permetterebbe,

⁵⁷ Questa strategia didattica è abbastanza diffusa in Europa in quel periodo ed è, in modo apparentemente paradossale, strettamente legata all'introduzione del manuale, come ci informa B. Belhoste nel suo articolo: *Les caractères généraux de l'enseignement secondaire scientifique de la fin de l'Ancien Régime à la Première Guerre mondiale*, in "Histoire de l'Education", n. 41, janvier 1989, pp. 3-45.

⁵⁸ F. Soave, op. cit., *Istituzioni di logica*, parte I, *Del modo di ricercare e conoscere la verità*, sezione I, *Delle facoltà ed operazioni dell'anima*, pp. 9-12.

⁵⁹ Belli lo affermerà esplicitamente quando affronterà la stesura del manuale, che volle strutturare secondo le modalità didattiche da lui adottate precedentemente, in una lettera a Brugnatelli del 1828 citata nel paragrafo 7 di questo articolo (BUP, Fondo Autografi, cart. 1, lettere di Belli a Brugnatelli, n. 72, Milano 26 marzo 1828).

⁶⁰ Consiste nell' "accorgersi delle impressioni, che vengono fatte sopra di noi" (vedi n. 58).

⁶¹ Vedi n. 58.

⁶² F. Soave, op. cit., capo iii, *Delle operazioni che dipendono dalle facoltà precedenti, e singolarmente del confronto, della cognizione, del discernimento, del giudizio e del raziocinio*, pp. 24-8.

⁶³ "Per meglio risovvenirci delle cose passate uno de' mezzi più opportuni si è quello di farne delle annotazioni, e degli estratti [...]" (F. Soave, op. cit., tomo I, *Istituzioni di logica*, sezione v, *Delle Cognizioni che impariamo da altrui, e dell'Arte critica*, capo v, *Del metodo di studiare*, pp. 152-56).

⁶⁴ "L'ipotesi del linguaggio-traduzione prevale nel pensiero illuministico: il linguaggio manifesta delle idee e pertanto l'assenza di una certa idea comporta l'assenza della parola corrispondente" (I. Dardano Basso, *La ricerca del segno. Diderot e i problemi*

dunque, il passaggio dall'uno all'altro, mentre la lezione dettata e il manuale lo impedirebbero.

A questo punto notiamo che, come l'ordine del *cursus*, anche il processo della conoscenza sfruttato dalla didattica passa da una fase empirica (annotazione, sensi) ad una sistematica (redazione, linguaggio/pensiero). Il *cursus* costruito da Belli si compone dunque di due strumenti essenziali, l'indice e la redazione, ed esclude di porsi come manuale.

Con tutto questo, notiamo che l'attenzione didattica di Belli sia incentrata più sul metodo dell'insegnare e dell'apprendere, ancorato ad una precisa concezione dei processi della conoscenza, che sul concetto di *elementa*, intesi come cognizioni fondamentali alle quali l'insegnamento liceale si sarebbe dovuto limitare. D'altronde, dopo il fallito tentativo francese del 1812, gli Austriaci non erano ancora tornati sulla questione.

Ed è proprio l'indice la "maniera di testo" che Belli propone all'I.R. Aulica Commissione degli Studi⁶⁵, in risposta alla sua richiesta di produrre "un testo opportuno, di fisica colle matematiche applicate", in sostituzione degli anacrostici, troppo voluminosi e inadatti ad un Liceo, testi di Poli e Mozzoni⁶⁶. Secondo la medesima commissione doveva essere un'opera che fosse

[...] veramente fra le mani degli scolari, onde colla scorta di esso possano prepararsi alle lezioni ed agli esami, e dietro la quale il professore faccia veramente lezione⁶⁷.

Come si vede la Commissione ora tenta di nuovo proprio quello che non era riuscito ai Francesi: produrre un vero testo "elementare" per la cattedra di fisica nei licei. Belli, che non ha a disposizione un testo compiuto che li possa soddisfare, sembra ritenere che, quella data dalla commissione, sia solo una delle definizioni di testo possibili. Il suo "metodo" o "indice", sembra per la sua "scuola", ugualmente vantaggioso⁶⁸. Soprattutto è ribadito il carattere contestuale del *cursus*.

Se questo Prospetto dato alle stampe potesse giovare agli altri Professori di Fisica, io nol saprei affermare, essendo particolarmente adattato alle mie circostanze, che possono essere diverse da quelle delle altre scuole. Ma forse sì; giacché io veggo che a

del linguaggio, Roma, 1984, p. 64). A questo proposito si vedano i pensieri di Soave in merito in F. Soave, op. cit., Parte II, *Del modo di proporre e dimostrare la verità. Introduzione*, pp 178-80; sezione I, *Delle Parole*, capo iii, *Dell'uso e abuso delle parole*, pp. 183-93.

⁶⁵ Lettera del 9 settembre 1826 al direttore del liceo (ASM, Fondo Autografi, cart. 112). In realtà la versione ufficiale della lettera non comprende questa definizione. Lo apprendiamo dalla minuta, in cui "maniera di testo" è stato sostituito da "metodo" (BUP, Ms Ticinesi 645-46, seconda parte).

⁶⁶ Il 24 Giugno 1826 viene inoltrata, dalla I. R. Aulica Commissione degli Studi al Governo della Lombardia, una comunicazione riguardante i libri di testo "pel corso filosofico" (ASM, Fondo Studi p. m., cart. 669).

⁶⁷ *Ibidem*.

⁶⁸ Lettera del 9 settembre 1826 al direttore del liceo (ASM, Fondo Autografi, cart. 112).

me riuscirebbe profittevole il vedere come altri trattano le scienze, e ne imparerei qualche utile mutamento⁶⁹.

Belli propone, dunque, di dare alle stampe questo suo "indice"⁷⁰. Certamente tutto ciò riflette non solamente la sua posizione didattica, ma anche la preoccupazione di impegnarsi in un'opera che, data la necessità di riordino propria della fisica stessa come scienza, sarebbe sconfinata del trattato.

Non gli riuscirà, tuttavia, di realizzare questa sua controproposta, incalzato com'è dal Direttore stesso del Liceo⁷¹.

6 - Il manuale e l'esclusione della Meccanica

Una volta accettato di scrivere il manuale, si presentava un altro problema. Quella cattedra che aveva tentato di unire in sé le due tradizioni (matematica e sperimentale), e per la quale, finalmente, gli Austriaci chiedevano un testo di riferimento coerente, aveva subito altre modificazioni dal 1824⁷². Non ci soffermeremo sui particolari⁷³.

In sostanza, oltre a veder diminuite le ore da dedicare alla fisica, il docente della medesima era chiamato ad insegnare anche la storia naturale, mentre la meccanica era affidata al professore di matematica. Con tutto questo la disciplina non perdeva nulla, era solo il suo insegnamento ad essere smembrato fra due docenti.

La fisica continuerà ad essere congiunta colla Matematica applicata, (in quanto quest'ultima non permette la cognizione della Matematica pura sublime), ed inoltre cogli Elementi della Chimica generale, in quanto anche questi sono necessari per bene spiegare le Dottrine Fisicali⁷⁴.

⁶⁹ Lettera del 9 settembre 1826 al direttore del liceo (ASM, Fondo Autografi, cart. 112). Nel *Rapporto del Corso di Fisica dato l'anno 1826-27* appaiono ulteriori considerazioni sull'utilità di questa "maniera di testo": "Forse potrebbe mostrar loro agli altri professori, come un altro ha trovato conveniente a **disporre le materie**, e in qualche luogo (parola illeggibile) qualche utile mutamento; come a vicenda riuscirebbe ancora profittevole il veder come altri trattano le scienze" (BUP, Ms Ticinesi 645-46, seconda parte).

⁷⁰ Promette di concludere entro l'agosto successivo, come aveva richiesto il governo, "con quelle piccole mutazioni che un altro anno di speranza mi potrebbero supplire". (Lettera del 9 settembre 1826 al direttore del liceo).

⁷¹ In una lettera del 17 settembre il direttore del Liceo si muoveva in tutt'altra direzione, "persuaso, come vi sono, ch'ella più che alcun altro Profess.e del Regno può, se vuole soddisfare al bisogno in cui siamo d'un testo di Fisica". (BUP, Ms Ticinesi 645-46, seconda parte).

⁷² *Nuovo piano degli Studj Filosofici per il Regno Lombardo-Veneto*, Vienna, 2 ottobre 1824. (BUP, Ms Ticinesi 645, prima parte).

⁷³ Per i quali si veda D. Giglio, *I ginnasi e i licei lombardi nell'età della restaurazione*, in AA. VV., *Problemi scolastici ed educativi nella Lombardia del primo ottocento*, II, *L'istruzione superiore*, Milano, 1978.

⁷⁴ *Nuovo piano...*

La commissione desiderava, tuttavia, che il testo di riferimento fosse unico, così come si era optato negli stati austriaci, adottando il testo di Baumgartner *La fisica congiunta alle matematiche*⁷⁵. In questo testo erano segnalate con asterischi le porzioni di testo che, in quegli istituti in cui il docente di fisica sperimentale si occupava anche della storia naturale⁷⁶, dovevano essere affidate a quello di matematica. Esso doveva essere preso in considerazione anche dai Lombardi, che, eventualmente, avrebbero potuto adottarlo, evitando così di produrne uno 'autoctono'⁷⁷.

E' opportuno considerare le osservazioni in merito di Pietro Configliachi⁷⁸, di Antonio Crivelli⁷⁹ e del nostro Belli⁸⁰. Della recensione di Configliachi sono importanti i criteri di analisi da lui selezionati:

la scelta delle materie in essa contenute; l'ordine col quale l'autore le sviluppò, e l'esposizione con cui le ha trattate, in relazione principalmente allo stato attuale delle fisiche cognizioni, ed ai principi di Matematica, che già debbono conoscere gli studiosi della Fisica; non che riguardo all'attuale sistemazione di questa scuola[...]⁸¹.

In essi possiamo rintracciare alcune delle problematiche di marca sensista, in particolare l'importanza dell'ordine e del linguaggio, già avvertite da Belli nel costruire il suo *cursus*. Tralascio ora di addentrarmi nei particolari dell'analisi di Configliachi, evidenziandone solo un aspetto.

⁷⁵ L'autore era professore di Fisica all'Università di Vienna. Il testo è stampato in Italia, per la prima volta, nel 1828 con traduzione di Luigi Configliachi, professore di Storia naturale nell'università di Padova.

⁷⁶ Secondo il medesimo piano in alcuni Licei poteva ritenersi necessario un professore apposito per la Storia naturale. Il Liceo di Porta Nuova era probabilmente fra questi (Cfr. P. Fraguaglia, op. cit., pp. 21-3).

⁷⁷ Lettera del 24 Giugno 1826 (vedi n. 66). Cfr. inoltre la circolare del 12 settembre 1827 che pubblicizzava un dispaccio del 20 agosto, (BUP, Ms Ticinesi 645-46, seconda parte).

⁷⁸ P. Configliachi (1777-1844). Fu prima supplente (1803-04) e poi titolare della cattedra di Fisica sperimentale a Pavia. Si veda la voce di S. Ramazzotti in *DBI*, 27, Roma, 1982, pp. 787-92. Fu incaricato di questa recensione direttamente dalla Commissione, insieme ad "un altro professore il quale abbia sufficiente cognizione della lingua tedesca" (Lettera del 24 Giugno 1826).

⁷⁹ Professore di fisica al Liceo di S. Alessandro, in Milano. Da una lettera del Governo alla Commissione Aulica per gli studi del 12 dicembre 1826 si ha la conferma che le due copie dell'opera in lingua originale disposte dal dispaccio del 24 giugno erano state consegnate a Configliachi e a Crivelli. (ASM, Fondo Studi p.m., cart. 669).

⁸⁰ A Belli venne richiesto di giudicare la traduzione dell'opera di Baumgartner ad opera di Luigi Configliachi, di cui era già pronto un volume nell'estate del 1828 (lettera del Governo di Milano alla direzione del Liceo di Porta Nuova del 3 luglio, ASM, Fondo Studi p. m., cart. 669). Belli non si limitò al giudizio su quest'ultima, che fu negativo, ma operò anche un'analisi dettagliata dell'opera originale.

⁸¹ Allegato C alla lettera del 14 novembre 1826 al Governo della Lombardia (ASM, Fondo studi p. m., cart. 669).

A suo parere, nel testo di Baumgartner non venivano distinte con precisione le parti che dovevano essere trattate dal professore di matematica e individuava il problema soprattutto nella distribuzione degli argomenti. Eppure si è visto come nel manuale austriaco si era provveduto a ciò.

Addentrando nelle osservazioni di Crivelli, si scopre forse per quale motivo questo testo presentava un certo tipo di difficoltà per un insegnante e forse anche per uno scienziato lombardo.

Assumendo dunque quest'Opera nel suo Assieme dico prima di tutto che il divider la Fisica in tre parti, la 1^a. delle sostanze ponderabili, la 2^a. delle sostanze imponderabili, la 3^a. dei fenomeni[sic!], mi pare più presto cattivo che buono, per questo che una tale divisione essendo insufficiente di sua natura cioè tutti non comprendendo gli oggetti dal Fisico contemplati, qualora vogliasi che tutti l'abbracci conduce a delle idee che sono per lo meno inesatte. Onde convincersene basterà l'avvertire come il Fisico non solo contempli le diverse sostanze, ma anche (ciò che forse importa di più) studii gli agenti ossia le forze per cui le sostanze stesse operano in sè, si modificano a vicenda e fanno prova che in questo Mondo non solo c'è della materia, ma c'è un circolo, una vi[ta]. Non volendo dunque omettere lo studio di ciò che, quali sono gli agenti, più interessa la Fisica converrà che la trattazione delle forze abbia ad aver luogo in una parte del libro, che non gli si convenga: mentre sebbene sia vero che una tal forza o determina un fenomeno, o si manifesta agente su una tale o da una tale sostanza ponderabile o non ponderabile; egli è vero altresì che l'agente, o la forza, è la causa del fenomeno e non il fenomeno stesso; né la sostanza od il corpo d'onde ci si manifesta⁸².

Crivelli, nel prosieguito, attacca l'opera soprattutto dal punto di vista didattico, mentre non si accorge (o non si vuole accorgere) come Configliachi, che l'impostazione così inaccettabile per lui a questo livello deriva fondamentalmente da una strutturazione metafisica completamente diversa da quella che conosceva e che informava, probabilmente, i suoi studi e il suo insegnamento.

E' il nostro Belli a individuare le ragioni profonde dell'improponibilità, in Lombardia, di quel testo. In questo manuale non solo erano presenti sia la meccanica, sia la fisica sperimentale, ma il metodo dell'una (matematico) veniva usato anche nelle parti appartenenti alla seconda, così come lo stesso titolo lasciava presupporre⁸³. Evidentemente negli stati austriaci la separazione della disciplina fra i due professori, non implicava una separazione netta fra gli ambiti, che in Lombardia era ancora fondamentale, secondo Belli.

La stroncatura di Belli non è perentoria, come nel caso di Crivelli. Le sue posizioni sembrano strumentali, legate alla tradizione di insegnamento e di studio lombarde. Individua, infatti, una fondamentale differenza nella visione che informa il testo di

⁸² Il suo rapporto fu inviato al direttore del suo Liceo - che l'ha successivamente trasmesso al Governo - il 25 novembre 1826. (ASM, Fondo studi p. m., cart. 669).

⁸³ *Osservazioni sul Trattato di Fisica del Prof.e Andrea Baumgartner tradotto dal Profe Luigi Configliachi. II. Osservazioni intorno all'Opera originale.* Questo rapporto è accompagnato da una lettera datata 3 settembre 1829 (ASM, Fondo Autografi, cart. 112).

Baumgartner: quella "dinamista", che era in totale opposizione a quella "atomistica" dei Lombardi⁸⁴.

Similmente le idee generali del nostro autore sulla essenza della materia sono alcun poco diverse dalle nostre. Ecco come egli si esprime sul principio dell'opera: Egli è certo che noi abbiamo delle idee i di cui oggetti riguardiamo siccome esistenti nello spazio. Sono questi distinti col nome di materia. Ora questo dubitare della reale esistenza dei corpi nello spazio urta colle idee ricevute fra noi, essendo una tale esistenza nello spazio implicitamente ammessa da tutti quelli che fra noi insegnano le scienze naturali. Così pure l'autore preferisce il sistema dei Dinamici, secondo cui la materia altro non è che un complesso di forze. Tra noi si sta piuttosto al sistema degli Atomisti, nel quale (lasciano qui da lato che in esso si stima la materia siccome formata dall'unione di minutissime particelle estese ma incapaci d'essere spezzate dalle attuali forze della natura) si ritiene bensì che le forze siano la cagione di tutte le impressioni che i corpi producono su di noi e di tutti i fenomeni che hanno luogo in essi, ma si crede che esse sole non costituiscano l'essenza de' corpi e che soltanto esse siano proprietà o attributi inerenti ad una particolare sostanza. Non sosterrò punto che di questi diversi modi di vedere sieno migliori i nostri che quei dell'autore, ma tornerò a dire essere cosa per noi più conveniente il rimanere per ora nelle idee presentemente stabilite⁸⁵.

Evidentemente era quest'impostazione metafisica che rendeva possibile a Baumgartner l'unificazione di campi e di metodi che, Belli, come abbiamo già visto, non voleva adottare nella sua didattica. Queste osservazioni sono del 1829.

Il manuale di Belli esclude, fin dalle prime dichiarazioni dell'autore (1828), il trattato della meccanica:

Io divido il Corso di Fisica che dee insegnarsi agli Scolari di Filosofia in tre parti: 1.° Delle proprietà fisiche della materia pesante, ossia come io la [chiamo?] insieme cogli altri autori Delle proprietà generali dei corpi; 2.° Delle proprietà fisiche de' principii imponderabili; 3.° il trattato della Meccanica. Quest'ultima parte però suppongo che debba essere insegnata contemporaneamente alle prime due, il che esige ch'ella venga trattata indipendentemente da esse. Attesa poi questa qualità di essere essa Meccanica indipendente dalle altre parti, e atteso altresì che si ha già un suo trattato nell'opera del Mozzoni, io non avrei intenzione, lui vivente, di accingermi anche a quest'ultima fatica, parendomi cosa sconveniente per più conti; soltanto vorrei stendere una specie di **Introduzione alla Meccanica**, ove venissero stabiliti in modo chiaro e rigoroso i principii [è cancellato: "rigorosi de' "] fondamentali della

⁸⁴ Ibid. A proposito della diffusione della teoria atomistica all'interno dei manuali europei si veda R. Maiocchi, *Il segreto di Pulcinella: la vittoria dell'atomismo attraverso la manualistica fisica*, in "Società e storia", 1987, n. 35 (prima parte), pp. 17-52; n. 36 (seconda parte), PP. 301-331.

⁸⁵ *Osservazioni sul Trattato di Fisica del Prof.e Andrea Baumgartner tradotto dal Prof.e Luigi Configliachi...* A proposito della diffusione della teoria atomistica all'interno dei manuali europei si veda R. Maiocchi, *Il segreto di Pulcinella: la vittoria dell'atomismo attraverso la manualistica fisica*, in "Società e storia", 1987, n. 35 (prima parte), pp. 17-52; n. 36 (seconda parte), PP. 301-331.

scienza, all'oggetto di rendere più piano l'ingresso all'opera suddetta del Mozzoni. Di ciò poi ne farei cenno nella Prefazione⁸⁶.

Ma se questa esclusione soddisfa, almeno formalmente, i suoi propositi didattici⁸⁷, all'interno del manuale le scelte di Belli si fanno ancora più profonde e mirano ad evitare le posizioni 'riduzionistiche' espresse, in una maniera o nell'altra, dai tedeschi. L'unificazione dei campi e delle metodologie portava indirettamente a posizioni ritenute 'pericolose'.

Il moto rientra, è vero, tra le proprietà essenziali della materia, ma ancora e solo della materia pesante (ponderabile) e non si identifica con le modificazioni prodotte dai principi imponderabili⁸⁸. A proposito di questi ultimi è importante proprio che siano chiamati *principi* e non più *sostanze*, manifestandosi solo indirettamente attraverso alcuni effetti prodotti sulle sostanze ponderabili⁸⁹. Rispetto alla prima

⁸⁶ BUP, Fondo Autografi, cart. 1, lettere di Belli a Brugnattelli, n. 72, Milano, 26 Marzo 1828. Per quanto riguarda *l'Introduzione alla Meccanica*, non ne verrà fatto cenno nel manuale. Essa è stata peraltro rintracciata fra le carte del Belli. "Al Lettore. - Non permettendomi le attuali mie circostanze di proseguire al presente la pubblicazione del Corso di Fisica da me intrapreso da alcuni anni, e volendo pure nel breve tempo che le occupazioni scolastiche mi lasciano far qualche cosa che possa esser di vantaggio a' miei scolari, ho stesa la presente operetta, nella quale ho cercato di esporre i principii che servono di fondamento alla Meccanica, con tutto il rigore e la chiarezza che mi furono possibili. Se io abbia o no raggiunti in qualche parte i due scopi propostimi, non tocca a me il giudicarlo. Ma bramerei bene che ciò fosse, e che questo libretto potesse aiutare a intendere con facilità le opere che si occupano delle dottrine ulteriori di una tale scienza". (BUP, Ms Ticinesi 649-50, prima parte). Non è dato però recuperare la datazione di questo scritto e neanche il trattato che avrebbe dovuto seguirlo.

⁸⁷ Ecco la giustificazione didattica di questa sua scelta: "E tanto più ragionevole mi è parsa questa limitazione, in quanto che la Fisica particolare è appunto quella che si va continuamente ampliando, e che perciò ha bisogno di nuovi trattati ad ogni breve periodo d'anni; laddove la Meccanica, **per quanto almeno s'appartiene ad un Corso elementare**, è un ramo di scienza omai giunto alla sua perfezione; e ne' diversi trattati che se ne possono comporre, non si può che modificare alcun poco il metodo per adattarlo ai particolari bisogni. **Oltre a ciò nelle nostre scuole, per le quali specialmente ho procurato che potesse esser utile il presente lavoro, può ottimamente star separato un Corso di Fisica particolare da un Corso di Meccanica, stanteché l'insegnamento di questi due rami nella maggior parte de' Licei del Regno Lombardo-Veneto trovasi diviso.** Mi si presentava però una difficoltà; ed era che venendo cotali due rami di scienza studiati nelle nostre scuole contemporaneamente, mi era d'uopo rendere molto libero il legame che naturalmente gli unisce insieme, affinché lo scolaro potesse agevolmente inoltrarsi nell'uno senza bisogno d'essere molto avanzato nell'altro" (*Corso elementare di Fisica sperimentale*, vol. I, Milano, 1830, *Al benigno lettore*, pp. iii-vii; soprattutto pp. iii-iv).

⁸⁸ *Corso elementare di Fisica sperimentale*, vol. I, Milano, 1830, Sezione prima, *Delle proprietà più generali de' corpi, Nozioni preliminari*, pp. 11-16, soprattutto p. 15.

⁸⁹ *Ibidem*, p. 13.

versione (prima lezione tenuta a Milano nel 1821)⁹⁰, dunque, è accentuato l'aspetto che avvicina gli imponderabili al regno delle forze, escludendo ancor più l'ipotesi 'sostanzialistica'. Come nella prima, però, la situazione particolare di questi ultimi nel mondo fisico è avvicinata al mondo spirituale, in questo caso all'anima, chiamata, appunto, "principio immateriale"⁹¹.

Un altro aspetto fortemente coerente con quest'attenzione di Belli nel voler separare il mondo della materia da quello delle forze, è la sua posizione rispetto al problema della "vitalità". Pur dichiarando di non volere schierarsi a proposito della sua "essenza", se cioè sia una forza propria delle molecole materiali che compongono i corpi organizzati o se sia una forza che Dio ha aggiunto ai medesimi⁹², nella classificazione delle scienze è costretto a scegliere.

Si è in primo luogo trovata questa principale distinzione, e cioè che alcune di tali proprietà e forze si riscontrano unicamente nei corpi organizzati, e immediatamente scompaiono al distruggersi dell'organizzazione, e queste hanno dato origine alla Fisiologia; e che altre in vece sono inseparabilmente inerenti alla materia che compone i corpi, accompagnandola in qualunque stato, e non già dipendenti dall'aver ella piuttosto una che altra forma, dall'essere tali corpi piuttosto organizzati che inorganici, e che queste hanno servito di oggetto ad altre due scienze, vale a dire alla Chimica e alla Fisica. [...] Tali proprietà, che si possono perciò appellare *proprietà materiali*, od anche *inorganiche*, nei corpi inorganici sono le sole che si riscontrano, e però in essi sono le sole che si riscontrino, e però in essi si manifestano pure e genuine, e più facili a studiarsi; negli organizzati invece esse sono accompagnate con più altre che talora le modificano e le mascherano. È dunque la Fisiologia *quella scienza la quale tratta delle funzioni che si eseguono negli esseri organizzati*, vale a dire degli effetti di quelle forze che sono proprie di questi soltanto. [...]. Oltre alle proprietà pertanto e alle forze che sono inseparabili dalla materia, riscontrasi nei vegetabili una forza detta la vitalità, della quale non è ben nota l'origine, ma da cui derivano diverse funzioni che servono parte all'accrescimento e alla conservazione del vegetabile, e parte alla sua riproduzione; [...] ⁹³.

⁹⁰ Si veda il paragrafo 4 di questo articolo.

⁹¹ "Vi ha poi fra gli animali e i vegetabili questa differenza, che i primi sono dotati di moto spontaneo e di sensibilità, laddove ne' secondi mancano i moti spontanei, e di sensibilità non si ha indizio veruno. [...]; negli animali oltre alla materia ed alla vitalità, havvi, per quello che si deduce dalle molte ragioni metafisiche, un principio immateriale o non soggetto ai sensi che dicesi *spirito* od *anima*, ed alla cui presenza si attribuisce la sensibilità e il moto spontaneo" (*Corso elementare* op. cit., vol. I, *Nozioni preliminari*, p. 12).

⁹² *Norme per comporre il libro di testo*, 1 ottobre 1827 (BUP, Ms Ticinesi 646-47-48, prima parte). Anche nelle *Nozioni preliminari* Belli cerca, infatti, di non prendere posizione in modo deciso: "Chiamasi col nome generico di *materia* tutto ciò che vi ha nei corpi di sensibile o atto a produrre impressione sui sensi. Ne' minerali altro noi non conosciamo esistere che la materia; ne' vegetabili vi ha altresì la forza della *vitalità*, secondo però l'opinione di quelli i quali ritengono non risultare questa dalle forze proprie della materia, ma essere nuova e da esse affatto distinta; [...]" (*Corso elementare* op. cit., vol. I, *Nozioni preliminari*, p. 12).

⁹³ *Corso elementare* cit., vol. I, *Introduzione*, pp. 1-10; soprattutto pp. 3-4.

Una forza propria dei corpi organici, distinte da quelle “materiali” era correlata all’esistenza di una scienza, la Fisiologia, che non si identificava con la Fisica e la Chimica. Belli vuole forse evitare una visione materialistica e meccanicistica della natura⁹⁴.

Insomma la scelta didattica di escludere la meccanica è giustificata e giustifica ragioni concettuali e metafisiche profonde che non sembrano derivare da quelli che in genere si indicano come i limiti della volgarizzazione: semplificazione, banalizzazione etc. Oserei dire che la costruzione di questo testo sembra obbligare Belli ad una coerenza concettuale ancora più raffinata di quella usata nelle lezioni, che già avevano costretto il ricercatore a fare veramente i conti con il suo sapere e ad usare tutta la sua formazione culturale, comprese impostazioni, quale quella filosofica, che nei lavori di scienziato apparivano ben meno esplicitamente.

7 - Manuale *versus* trattato: impossibilità metafisica di una scrittura didattica

La doppia personalità istituzionale dello scienziato/didatta è correlata, come si è già accennato, alla figura di testo ibrida manuale/trattato⁹⁵. Questo appare evidente nella costruzione del *Corso* di Belli. Le esigenze di sistematicità della didattica portano la scienza a chiarire a sé stessa le proprie impostazioni più profonde e si palesa ancor più la difficoltà di costruire ed utilizzare a scopi didattici un manuale, quando è già complicata una sistematizzazione scientifica a livello di trattato, in mancanza di alcuni principi teorici che unifichino veramente la fisica.

Come con l’esclusione della meccanica, le scelte di Belli, riguardanti l’impostazione retorica (livello del linguaggio) e dell’indice (livello dell’ordine), inizialmente solo didattiche, trascenderanno più o meno volontariamente in posizioni scientifiche.

Se per il *cursus* aveva risolto il problema della trasposizione dal non verbale al verbale con la strategia didattica della redazione, ora Belli deve affrontarlo in tutta la sua pienezza. Non vuole rinunciare, tuttavia, ad evitare che il suo manuale possa diventare quello strumento totalmente negativo per l’apprendimento che aveva paventato⁹⁶. Deve essere fondamentale che esso rispecchi quelle regole di interazione didattica già previste per il *cursus*, come si evince bene dalle *Norme per comporre il libro di testo*, risalenti al 1827.

Le descrizioni sì dei fenomeni naturali, come delle sperienze, accennarli semplicemente, citando però gli autori ove si possono trovare esposte distesamente. Dagli scolari però esigerle rigorosamente; affinché non si abbiano ad acquietare nell’aver il libro; serva però questo loro di soccorso e di risparmio di tempo⁹⁷.

⁹⁴ Questa insistenza generale nella distinzione fra materia è forse è ancora più evidente nello schema concettuale deducibile dalle *Nozioni preliminari*, da me proposto in P. Fraguglia, op. cit., fig.1.

⁹⁵ Si veda il paragrafo 3 di questo articolo.

⁹⁶ Si veda il paragrafo 5.

⁹⁷ BUP, Ms Ticinesi 646-47-48, prima parte.

La parte da dare più “distesamente” è quella riguardante le “dimostrazioni matematiche” e i “ragionamenti sottili” che richiedono “replicata lettura”, dove “tutto è perduto se qualcosa manca”, implicando essi l’uso della facoltà del “raziocinio”⁹⁸, la fase conclusiva della riflessione. La parte più interattiva è invece legata a quella facoltà della memoria da utilizzarsi in classe nel momento dell’annotazione, già vista per la costruzione del *cursus*. Belli ce lo conferma in una lettera del 26 marzo 1828 a Brugnatelli.

In quanto al modo di esporre le cose, ho scelto di essere nelle cose facili piuttosto conciso, di tralasciare le minute descrizioni delle macchine, le narrazioni particolarizzate de’ fenomeni, e ciò col pensiero che queste cose debbono essere spiegate a voce e vedute cogli occhi, e scritte dagli scolari a modo di annotazioni; la qual loro fatica è a mio giudizio utilissima, giovando a fermare, a guisa di chiodo, nella lor mente le altre cognizioni del libro; ne è punto difficile, riguardando cose agevolissime a ritenersi a memoria. E qui noterò, che io bramerei che un tal lavoro si esigesse dagli scolari rigorosamente⁹⁹.

Si delinea, dunque, una differenziazione nel modo di costruire il testo che presuppone la possibilità, nella trasposizione dal non verbale al verbale, di costruire un discorso coerente separando nettamente la parte sperimentale ed osservativa da quella dimostrativa e/o matematica.

Le *Nozioni preliminari* sono un testo composto quasi per intero di definizioni: da quella del corpo, l’oggetto di immediata percezione, a quelle di materia e sostanza, attraverso una continua generazione concettuale e linguistica (ogni definizione riutilizza parte del lessico della precedente) che giunge a stabilire la divisione in sezioni del manuale¹⁰⁰. Non c’è spazio per la descrizione di fenomeni ed esperimenti: siamo nel campo della pura dimostrazione.

Quando comincia a trattare *Delle proprietà più generali de’ corpi*¹⁰¹ il discorso è ancora di impianto dimostrativo: ad esempio, dall’esistenza dell’estensione, di immediata percezione, si fanno derivare altre proprietà secondarie, a loro volta collegate l’una all’altra, come la figura, la divisibilità, la porosità e il volume¹⁰². Il procedimento è sempre lo stesso. Un recupero concettuale attraverso quello lessicale. Sono presenti, tuttavia, esempi e digressioni nel mondo della natura tutta, per rendere più chiare e amene le definizioni.

Tutto sommato Belli riesce, in questo primo volume, a portare a compimento le intenzioni espresse nelle *Norme per comporre il libro di testo*. Consta di 235 pagine e la sua compilazione dura dall’ottobre 1827 al marzo-aprile 1828.

⁹⁸ Ibid. Fase conclusiva della “riflessione”, è sostantivo più volte utilizzato da Belli ed è certamente una reminiscenza degli studi di logica anche se non porta certamente con sé il preciso significato datogli da Soave.

⁹⁹ BUP, Fondo Autografi, cart. 1, lettere di Belli a Brugnatelli, n. 72, Milano 26 marzo 1828.

¹⁰⁰ Per un quadro immediato del rigoroso schema concettuale derivabile da queste pagine si veda la fig. 1 in P. Fraguglia, op. cit.

¹⁰¹ *Corso elementare* cit., vol. I, Sezione prima, *Delle proprietà più generali de’ corpi*, pp. 16-42.

¹⁰² Si veda la fig. 2 in P. Fraguglia, op. cit.

Il secondo volume, riguardante il calorico, consta di 595 pagine, la sua compilazione dura dal maggio 1828 al giugno-luglio 1831¹⁰³ e le modalità del testo non sono quelle auspiccate.

Nella prefazione a questo volume, Belli cerca di spiegare perché il suo lavoro sia raddoppiato¹⁰⁴. Elenca tre cause fondamentali.

La prima e la più scontata riguarda la grande importanza, in quel momento, di quelle materie, correlata alla necessità di mostrare alcune lacune che gli scienziati avrebbero dovuto colmare. E' la seconda ragione ad essere più esplicativa.

[...] le proprietà del Calorico sono di tale natura che non basta il porre alcuni principi fondamentali per potere da questi colla sola forza del raziocinio, come avviene nell'Ottica e nella Meccanica, dedurre con sicurezza le più lontane conseguenze. Ma i fenomeni vengono qui continuamente modificati dalle particolari circostanze in cui si trovano i corpi; ond'è che il lettore, se ha da formarsi idee esatte de' fatti, non dee mai essere abbandonato a sé, ma dev'essere guidato dappertutto ed istruito di tutte le particolarità dei fatti medesimi. Questa considerazione ha fatto sì che io sia stato piuttosto prolioso nella esposizione delle cose. Pare a dir vero che ciò non s'accordi coll'intenzione di adattare questo Corso all'insegnamento scolastico, pel quale sembra che potevano bastare de' brevi cenni i quali venissero poi sviluppati da' Precettori, come si è praticato nel primo volume¹⁰⁵.

La terza ragione è infatti la paura di "non essere ben inteso". Dunque risulta impossibile, per questi argomenti, strutturarsi testualmente in vista dell'interazione didattica prevista da Belli. Non è solo il fatto che essi siano più recenti a richiedere questo tipo di trattazione. E' la loro particolare natura ad imporlo: essa esige un diverso metodo di studio.

Oltre alle proprietà possedute costantemente dai corpi in qualsivoglia circostanza e che noi riguardiamo come inerenti alla materia pesante, ve n'hanno altre moltissime che questa materia non ci presenta se non se in alcune circostanze particolari, o almeno ch'ella non ci mostra sempre colla medesima intensione, potendo ora assumerle ed ora deporle, ora manifestarle più deboli ed ora più intense. Sono di questa natura le proprietà che hanno relazione col calore: un corpo medesimo può essere ora freddo ed ora caldo, può avere un volume ora maggiore ed ora minore, può essere allo stato solido e dopo passare al liquido od all'aeriforme. Tali sono altresì le proprietà che si riferiscono alla luce: alle volte un corpo il veggiamo splendidissimo, ed alle volte oscuro; esposto alla libera luce del Sole potrà essere bianco, mentre illuminato da raggi che abbiamo attraversato un vetro prismatico ci parrà rosso o verde o d'altro colore. Simili sono altre due classi di proprietà, le proprietà elettriche cioè e le proprietà magnetiche. Tali proprietà accidentali e passeggiere si attribuiscono alla presenza di alcuni agenti, i quali possono esistere nei corpi più o meno abbondantemente, vi si possono muovere, e (ad eccezione forse di un solo cioè del *Magnetico*) entrarvi ed abbandonarli. Si chiamano questi agenti col nome di

¹⁰³ Il terzo volume, che tratta solo l'elettrostatica, conta 788 pagine. Fu iniziato nel gennaio 1832 e concluso, probabilmente, nel giugno 1838.

¹⁰⁴ *Corso elementare* op. cit., vol. II, Milano, 1831, *Al benigno lettore*, pp. iii-vi.

¹⁰⁵ *Ibid.*

Principi imponderabili, e se ne contano quattro cui vengono dati i nomi particolari di *Calorico, Elettrico, Magnetico, Luce*¹⁰⁶.

Non a caso nelle *Nozioni preliminari* erano state attribuite alle proprietà derivanti dalle sostanze ponderabili le qualità di essenzialità e permanenza e la possibilità di farle derivare tutte dalle quattro principali (estensione, impenetrabilità, mobilità, attrazione), mentre a quelle derivanti dai principi imponderabili erano state attribuite l'accidentalità e la fugacità¹⁰⁷. La trattazione argomentativa piuttosto che descrittiva è dovuta, dunque, al fatto che nel primo caso siamo nel regno dell'evidenza necessaria e nel secondo in quello dell'imprevedibilità.

Ecco come la trasposizione dal non verbale al verbale ha avuto esiti opposti: nel primo caso è stato ottenuto un manuale, nel secondo un trattato.

Questa differenza nel modo di trattare i due argomenti si riscontra anche nell'impostazione dell'ordine e quindi negli indici dei due volumi. A proposito del primo volume, Belli così si esprime in una lettera a Brugnatelli del 13 aprile 1828:

Veggio quanto sarebbe bene che le cose fossero, nel primo Volume, disposte a modo di un quadro; e che sul bel principio si vedesse con chiarezza la distribuzione generale delle materie; ma parte io vorrei attribuire alla cosa medesima, la quale non concede molto facilmente una distribuzione che appaghi la memoria e l'immaginazione, partecipando questa cosa alquanto del geometrico dove si è schiavi di un'altra obbligazione di passare dal noto all'ignoto. Vedi difatti quanto è affaticato l'ordine del primo libro d'Euclide, dove la distribuzione è così irregolare, ma però con mirabile felicità e rigore è mantenuta l'altra condizione de' Trattati geometrici¹⁰⁸.

Possiamo nuovamente filtrare le parole di Belli attraverso il pensiero di Soave che parla del metodo sintetico a proposito proprio degli *Elementa* di Euclide:

Il *metodo sintetico* è quello che è stato particolarmente adattato dagli antichi Geometri, e singolarmente da EUCLIDE [...]. Or EUCLIDE incomincia dalle definizioni di tutti que' termini, di cui ne' primi sei libri de' suoi elementi, contenenti la Geometria piana, aveva poscia a servirsi [...]. A queste seguono i postulati, cioè le domande intorno a quelle cose [...]. Vengono appresso gli assiomi, cioè alcune verità generali, e per sé manifeste [...]. Succedono i teoremi, e i problemi, cioè le proposizioni particolari che provansi per mezzo delle generali, e l'una per mezzo dell'altra [...] Dai teoremi, e dai problemi cavansi le conseguenze che ne discendono naturalmente, e che chiamansi corollarj [...] dal noto all'ignoto¹⁰⁹.

¹⁰⁶ *Corso elementare* op. cit., vol. II, Sezione terza, *Del Calorico*, Capo primo, *De' principii imponderabili in genere, del Calorico, e delle sue sorgenti*, soprattutto la pag. 1.

¹⁰⁷ *Corso elementare* op. cit., vol. I, *Nozioni preliminari*, pp. 12-3; p. 15.

¹⁰⁸ BUP, Fondo Autografi, cart. 1, lettere di Belli a Brugnatelli, n. 68, Milano 13 aprile 1828.

¹⁰⁹ F. Soave, op. cit., *Istituzioni di logica*, vol. I, Sezione vi, *Del Metodo*, capo i, *Del metodo sintetico*, pp. 321-47.

Dunque il primo volume doveva avere le stesse caratteristiche di propedeuticità del primo libro degli *Elementa*, incentrandosi su una serie di definizioni di evidenza dalla più alla meno immediata e passando, così, “dal noto all’ignoto”.

Questo, in effetti, è l’ordine logico adottato nell’indice della prima sezione:

SEZIONE PRIMA
DELLE PROPRIETÀ PIU’ GENERALI DE’ CORPI

- Capo I. Nozioni preliminari
II. Dell’Estensione, e di diverse proprietà e nozioni da essa dipendenti
III. Di altre proprietà e nozioni dipendenti dall’Estensione
IV. Dell’impenetrabilità
V. Della Mobilità

Le cose cambiano, tuttavia, con la seconda sezione, quella dedicata all’attrazione.

SEZIONE SECONDA
DELL’ATTRAZIONE

- Capo I. Dell’Attrazione in genere, dell’Attrazione universale,
e in particolare degli effetti della Gravità.
II. Delle Attrazioni vicendevoli dei corpi situati sulla superficie terrestre
III. Dei Moti celesti
IV. Del Flusso e Riflusso del mare
V. Dell’Attrazione molecolare, e de’ suoi effetti e in
specie dell’Adesione
VI. Cenni sui principali effetti fisici del Calorico,
ad intelligenza de’ fenomeni dell’Attrazione
molecolare
VII. Della Coesione
VIII. Dell’Elasticità
IX. Della Cristallizzazione
X. Degli Effetti dell’Attrazione molecolare nei fluidi,
e in specie dei fenomeni dei tubi capillari
XI. Delle Affinità chimiche
XII. Brevi nozioni sulle sostanze semplici e composte

D’altronde l’attrazione, nelle *Nozioni preliminari*, viene distinta dalle prime tre proprietà in quanto meno essenziale (una porzione di materia può esistere e comunque produrre impressione sui sensi anche se ne è priva) e meno evidente ai

sensi¹¹⁰. Nell'indice compaiono, dunque, soprattutto gli effetti visibili e sperimentabili, lasciandoci supporre che la sua esistenza si possa evincere da questi ultimi e non di per sé stessa.

In questo senso l'attrazione è l'ultima delle proprietà generali e precede gli imponderabili. Di nuovo possiamo rintracciare un percorso di progressiva astrazione dalle proprietà più strettamente inerenti alla materia alle forze che su di essa agiscono. A questo punto è importante anche la posizione del moto, che si trova ultimo fra le tre proprietà più necessarie. Questa scelta potrebbe non essere casuale e collocarsi nuovamente in questo percorso, in quanto autori come Fischer e Haüy fanno scelte completamente diverse¹¹¹.

Tenendo conto di quanto osservato per il processo di testualizzazione, è facile prevedere come sia strutturato l'indice del secondo volume.

SEZIONE TERZA DEL CALORICO

- Capo I. De' Principii imponderabili in genere, del Calorico, e delle sue sorgenti
- II. Del Calorico considerato allo stato di equilibrio
- III. Della propagazione del Calorico, e in particolare del Calorico repente
- IV. Del Calorico propagato per moto idrostatico e per
- V. Del Calorico raggiante

¹¹⁰ *Corso elementare* op. cit., vol. I, *Nozioni preliminari*, pp. 15-6.

¹¹¹ Haüy, nel suo trattato, (*Traité élémentaire de Physique*, Paris, 1821, troisième édition, revue et considérablement augmentée), presenta la suddivisione fra "proprietà più generali" e "attrazione", (tanto che viene da pensare che il nostro l'abbia qui attinta), ma posiziona la mobilità subito dopo l'estensione e prima dell'impenetrabilità, adducendo la seguente spiegazione: "Donnons maintenant une idée de l'ordre que nous avons suivi dans la distribution des matières qui sont l'objet de ce Traité, en nous bornant à l'énoncé de ce qu'elles offrent de plus remarquable. Nous commencerons par l'exposé des propriétés les plus générales des corps, ou de celles qui tiennent de plus près à la nature de ces êtres, considérés comme de simples assemblages de particules matérielles. Telle est, par exemple, la mobilité, à l'occasion de laquelle nous donnerons la notion de la vitesse et celle de l'inertie.[...] L'universalité des phénomènes qui dépendent de la force à laquelle on a donné le nom d'*attraction*, assigne à ce sujet le premier rang après les propriétés dont nous venons de parler" (ibid., *Introduction*, pp. i-xxxviii). Fischer dedica una sezione alla trattazione "dei corpi in generale": i primi tre capi sono generici, non facendo riferimento ad alcune proprietà in particolare; il quinto e il sesto sono dedicati al moto, uno parla delle "Idee Matematiche e leggi del Moto", l'altro delle "Leggi fisiche del moto, o cognizione delle forze motrici"; il settimo è dedicato alle "Cognizioni storiche intorno alla gravità". Le forze che presiedono al movimento e al riposo sono, dunque, le più importanti fra le caratteristiche generali, visto che, nell'indice, le altre non vengono esplicitamente nominate.

- VI. Applicazioni diverse delle dottrine esposte ne' tre Capitoli precedenti
- VII. Degli effetti del Calorico in generale, e in particolare degli effetti fisiologici
- VIII. Della Dilatazione de' corpi
- IX. Della costruzione e dell'uso de' Termometri
- X. Della Fusione e della Solidificazione de' corpi
- XI. Del passaggio de' corpi allo stato aeriforme
- XII. Delle proprietà de' Vapori
- XIII. Dell'Umidità atmosferica

Non si danno capi per definizioni: è sottolineato l'aspetto 'situazionistico' del calorico ed i suoi effetti. Possiamo sapere altro attraverso le parole di Belli nella medesima lettera a Brugnatelli.

L'altro pregio è soprattutto richiesto alle cose di memoria, p. e. di storia naturale, dove tutte le materie sono accessibili, e si ha grande libertà nel disporle. (...). Sto ora scrivendo il secondo Volume, nel quale le materie sono molto più aggradevoli, ed ho molta maggiore libertà di distribuzione (...)¹¹².

Dunque l'ordine del trattato del calorico non è "necessario", non prevede un percorso obbligato per il lettore. Tutto ciò è confermato dal fatto che questo indice, a differenza del primo, viene ulteriormente scomposto attraverso la descrizione di tutto ciò che è contenuto nei singoli capi.

- Capo I. De' principii imponderabili in genere, del Calorico, e delle sue sorgenti
- De' principii imponderabili in genere, p. 1. Nozioni generali sul Calorico, 3. Delle sorgenti del Calorico in genere, 4. Raggi solari liberi, ivi. Raggi solari concentrati, 5. De' Raggi lunari e delle altre sorgenti di Calore esteriori al globo terrestre, 10. Calorico che si sviluppa dalla Combustione e dagli altri mezzi chimici, 12. Mezzi meccanici per isviluppare Calorico, 16. Calorico che si sviluppa dal passaggio del fluido elettrico, 20. Del Calore proprio e centrale del globo, 21.

E' lasciata la possibilità al lettore di recuperare le informazioni che più gli aggradano senza seguire un ordine preciso. In questo senso il manuale sconfinava nuovamente nel trattato.

Quindi, come era successo per la struttura testuale, osserviamo una netta contrapposizione fra il primo e il secondo volume, ora giustificata teoricamente da Belli con l'accenno alle facoltà implicate: nel primo caso il raziocinio, nel secondo la memoria. Queste ultime, che nelle strategie didattiche connesse al *cursus*, trovavano

¹¹² BUP, Fondo Autografi, cart. 1, lettere di Belli a Brugnatelli, n. 70, Milano, 3 Maggio 1828.

una loro posizione e compensazione (dagli appunti alla redazione), vengono ora contrapposte.

L'intenzione di Belli di costruire un testo modulato da precise esigenze didattiche è fallita, anche se la fisionomia finale ne è in parte influenzata. Se guardiamo alla sua "fortuna", tuttavia, ci accorgiamo che (a quanto ci risulta) non fu mai adottato come libro di testo nelle scuole e che fu studiato soprattutto dagli scienziati¹¹³.

¹¹³ A questo proposito si vedano le osservazioni in merito di Giovanni Cantoni, successore di Belli alla cattedra di fisica presso l'università di Pavia, contenute in *A ricordanza di cinque illustri insegnanti della Università degli Studj in Pavia*, Pavia, 1864, *Cenni sul Professore Giuseppe Belli*. (Estratto dalla "Perseveranza" del 19 giugno 1860, pp. 57-71).