

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Dottorato di ricerca in
MUSICOLOGIA E BENI MUSICALI

Il tocco pianistico: premesse storiche e sviluppi scientifici

Tesi di dottorato in
Musicologia e Storia della musica L-ART/07

Relatore:
Chiar.mo Prof.
Maurizio Giani

Correlatore:
Chiar.mo Prof.
Virgilio Ferruccio Ferrario

Coordinatore
Chiar.mo Prof.
Angelo Pompilio

Presentata da:
Chiara Macrì
matricola n. 6536

Esame finale anno 2008

al Professor Francesco Antonio Manzoli

Indice

Il tocco pianistico: premesse storiche e sviluppi scientifici

Introduzione.....	pag.	
1		
 <i>I. La didattica pianistica nel primo trentennio del Novecento: il tocco e il timbro come parole chiave</i>		
Introduzione.....	pag.	
4		
1.1 La fine del XIX secolo.....	pag.	7
1.1.1 A morte la ginnastica di dito: Theodor Leschetizky l'ultimo dei romantici.....	pag.	
10		
1.2 Il primo ventennio del XX secolo.....	pag.	
20		
1.2.1 La fisiologia del movimento pianistico: Friedrich Adolf Steinhausen.....	pag.	28
1.2.2 Peso, rotazione e naturalezza: Rudolf Maria Breithaupt.....	pag.	40
1.3 Terzo decennio del XX secolo.....	pag.	50
1.3.1 Il braccio meccanico: Otto Rudolf Ortmann.....	pag.	
53		
 <i>II. Il pianoforte: meccanica e modalità di produzione del suono</i>		
2.1 La nascita del pianoforte.....	pag.	72
2.2 La meccanica del graveceballo di Bartolomeo Cristofori.....	pag.	75
2.3 Dalla Prellmechanik alla meccanica viennese: La Prellmechanik.....	pag.	78
La meccanica inglese	pag.	
81		
La meccanica viennese.....	pag.	84
2.4 Gli sviluppi della meccanica inglese e francese.....	pag.	87
2.5 Il pianoforte in America settentrionale.....	pag.	89
2.6 La meccanica moderna.....	pag.	93

III. Cenni di acustica musicale

3.1	Natura e trasmissione del suono.....	pag. 97
3.2	Le caratteristiche del suono.....	pag. 101
3.3	Onde stazionarie e vibrazioni armoniche nei cordofoni...	pag. 108
3.4	La legge di Young.....	pag. 111
3.5	L'acustica del pianoforte.....	pag. 112
IV. <i>Analisi cinematica e acustica del tocco e della meccanica del pianoforte in relazione al timbro</i>		
4	Introduzione.....	pag. 114
4.1	La ripetibilità dei movimenti delle dita durante l'esecuzione di un minuetto.....	pag. 116
4.1.1	Protocollo sperimentale: materiali e metodi.....	pag. 118
4.1.2	Analisi dei dati.....	pag. 122
4.2	Analisi del rapporto fra tocco, meccanica e timbro del pianoforte attraverso la ripetizione di una singola nota	pag. 126
4.2.1	Rilievi effettuati con la SMART: materiali e metodi.....	pag. 127
4.2.2	Analisi dei dati.....	pag. 130
4.3	Rilievi con la speedcam.....	pag. 145
4.3.1	Materiali e metodo.....	pag. 145
4.3.2	Analisi dei dati.....	pag. 148
4.4	Rilievi acustici: materiali e metodo.....	pag. 159
4.4.1	Analisi dei dati.....	pag. 160
	Conclusione.....	pag. 168
	Indice delle illustrazioni.....	pag. 172
	Bibliografia.....	pag. 175

Introduzione

Al principio di questo percorso di studi intendevo svolgere una ricerca sulla prassi esecutiva pianistica nei fondamenti storici e bio-meccanici.

Dal punto di vista storico mi ponevo l'obiettivo di continuare la ricerca sulle principali scuole pianistiche intrapresa nella mia tesi di laurea che, per ragioni di tempo, si era interrotta ai trattati di fine Ottocento. Speravo di avere così alla fine del percorso un'idea chiara sull'evoluzione della didattica pianistica per individuare i concetti fondanti della tecnica moderna. Dopo aver analizzato alcuni dei più importanti studi pubblicati tra la fine dell'Ottocento e i primi Trenta anni del Novecento, ho potuto constatare come esistano fondamentalmente due tipologie di maestri: i sostenitori della monotimbricità del pianoforte, secondo i quali è possibile variare il suono pianistico solo attraverso l'intensità e l'agogica, e i sostenitori della politimbricità che ritengono sia possibile modificare il timbro.

Condividendo le idee di questi ultimi, dal punto di vista scientifico-biomeccanico mi sono posta l'obiettivo di provare la politimbricità del pianoforte. Ho indagato, a tal fine, la relazione tra il gesto, la meccanica del pianoforte e il suono, problema sfiorato da alcuni maestri del Novecento, ma mai approfondito e sviscerato per ovvie ragioni riguardanti la mancanza di una tecnologia idonea e competenze difficili da trovare in una medesima persona. Per quest'ultima ragione mi sono avvalsa della collaborazione sia del Laboratorio di Anatomia Funzionale dell'Apparato Locomotore del Dipartimento di Morfologia Umana dell'Università di Milano, dove lavorano esperti delle più moderne tecnologie idonee alla registrazione del movimento, sia dell'ingegnere Alberto Amendola, docente a contratto di Acustica musicale presso l'Università di Parma per ciò che concerne l'analisi del suono e i rilievi acustici.

La tesi si articola in due parti organizzate in quattro capitoli. Nel primo, *La didattica pianistica nel primo trentennio del Novecento: il tocco e il timbro come parole chiave*, dopo aver tracciato un quadro generale riguardante i concetti di 'tocco' e 'timbro' incontrati nei metodi e trattati del Sette/Ottocento, già affrontati nella tesi di laurea, procedo ad analizzare alcuni dei lavori più rappresentativi scritti tra la fine dell'Ottocento e gli anni Trenta del Novecento (*The Leschetizky Method. A Guide to Fine and Correct Piano Playing* di Malwine Brée, *Über die physiologischen Fehler und die Umgestaltung der Klaviertechnik* di Albert Maria Steinhausen, *Die Grundlagen der Klaviertechnik* di Rudolph Maria Breithaupt e *The Physiological Mechanics of Piano Technique* di Otto Ortmann). Tali studi presentano una parte dedicata alle diverse modalità di produzione sonora e, quasi

tutti, giungono ad una medesima conclusione: pur nella sua ricchezza, il pianoforte è uno strumento monotimbrico, dove la differenza tra i suoni è data dall'intensità e dall'agogica.

Al fine di provare la politimbricità del pianoforte, il mio percorso di studi si è scontrato sia con la meccanica del pianoforte sia con l'acustica musicale. Ho fatto precedere quindi l'indagine scientifica, che confluisce nel capitolo IV, da una sezione in cui presento l'evoluzione della meccanica del pianoforte fino a giungere alla descrizione della meccanica moderna (capitolo II, *Il Pianoforte: meccanica e modalità di produzione del suono*), e da un'altra in cui affronto i fondamenti di acustica musicale, al fine di fornire al lettore i mezzi basilari per cimentarsi con la parte scientifica (capitolo III, *Cenni di acustica musicale*).

Il capitolo IV è il resoconto organico e sistematico delle sperimentazioni svolte durante il dottorato presso il laboratorio di Anatomia funzionale dell'apparato locomotore dell'Università di Milano. La presentazione ripercorre necessariamente le tappe della ricerca considerata la novità assoluta dell'oggetto indagato. All'illustrazione dei dati di ogni fase segue sempre la discussione e l'interpretazione dei risultati per garantire la validità dell'esperimento. L'interesse della ricerca è stato condiviso oltre che dal dipartimento di Anatomia, anche dalla casa costruttrice di pianoforti Bechstein che ha costruito una meccanica speciale, e dalla ditta di pianoforti Angelo Fabbrini, che ha messo a disposizione una mezza coda Bechstein per effettuare i rilievi. Il capitolo IV, che rappresenta, dunque, il cuore della presente dissertazione dottorale, dimostra che il pianoforte è uno strumento politimbrico: mettendo in relazione il gesto pianistico, la reazione della meccanica e il suono è risultato che al movimento del martello, ripetibilmente diverso a seconda del tocco pianistico, corrisponde una reazione acustica che varia ripetibilmente in maniera differente a seconda del tocco. Sono pervenuta a tali risultati solo grazie alla collaborazione e al sostegno di diverse persone che da subito hanno abbracciato l'originalità dell'idea.

Il primo ringraziamento va al prof. Maurizio Giani, per essersi fatto carico del "peso" di questa dissertazione con amorevole cura e per essermi stato vicino in questo travagliato percorso di fusione tra musica e scienza sin dagli anni universitari, ponendosi sempre come punto di riferimento sicuro. Ringrazio parimenti la prof.ssa Giuseppina La Face Bianconi, per aver creduto da sempre nella scientificità della didattica e ad avermi voluto così guidare fin quando i suoi impegni istituzionali le hanno impedito di farlo.

Porgo un ringraziamento sincero e affettuoso alla prof.ssa Chiarella Sforza per essere stata l'anima organizzativa della ricerca scientifica, mettendomi a

disposizione le attrezzature e competenze riunite nel laboratorio di Anatomia funzionale dell'apparato locomotore, del quale Lei è oggi Direttore di Dipartimento. Non posso dimenticare la disponibilità e la professionalità dei suoi giovani ricercatori e dottori di ricerca afferenti al L.A.F.A.L. (Laboratorio di Anatomia Funzionale dell'Apparato Locomotore), in particolare i dottori Yuri Francesca Shirai, Nicola Lovecchio, Domenico Galante e soprattutto la dott.ssa Emilia Biffi, ai quali sono grata per l'aiuto che mi hanno fornito durante le sperimentazioni.

Sono riconoscente ai pianisti che hanno partecipato alle sedute di registrazione: ad alcuni allievi dei Conservatori "G. Verdi" di Milano e "F. Torrefranca" di Vibo Valentia e ai maestri, tra cui Antonio Ballista, Bruno Canino e Cristiano Burato, che tra gli innumerevoli impegni mi hanno regalato alcune delle loro giornate. Un grazie all'ingegnere Alberto Amendola per i suoi validi consigli e la sua impagabile disponibilità.

Un posto speciale nel mio cuore è occupato dal Maestro Angelo Fabbrini, che, oltre ad essere l'indiscusso artista da tutti conosciuto, è una delle persone più curiose, assetate di sapere e generose mai incontrate. A lui devo anche l'opportunità di avermi messo in contatto con il signor Leonard Duricic, responsabile dei laboratori Bechstein di Berlino, al quale va la mia riconoscenza per aver creduto così tanto nel progetto da costruire appositamente una meccanica speciale sulla quale abbiamo realizzato i rilievi durante l'ultima fase.

Il grazie più sentito va al professore Virgilio Ferruccio Ferrario che tra i suoi infiniti impegni di Preside di Facoltà di Medicina dell'Università di Milano ora, e di Direttore di Dipartimento di Morfologia Umana durante il mio primo anno di dottorato, mi ha sempre concesso tempo, idee e risorse perché il progetto prendesse forma, riuscendo ad essere così presente e vigile da farmi raddrizzare il tiro, in alcuni casi.

In ultimo, ma non ultimo, ringrazio intimamente e con commozione il mio maestro, il prof. Francesco Antonio Manzoli, il primo ad intuire la validità delle ipotesi dalle quali parte la presente dissertazione. Sono a lui grata per aver preso così a cuore il mio progetto tanto da preoccuparsi di trovare il centro scientifico cui potessi rivolgermi per proseguire i miei studi: dopo avermi messo in contatto con il Laboratorio di Anatomia funzionale di Milano, ha continuato a sostenermi con amorevole pazienza indirizzando il mio percorso fino a giungere a questo piccolo traguardo che dedico a lui.

I.

La didattica pianista nel primo trentennio del Novecento:

il tocco e il timbro come parole chiave

Introduzione

Sin dalle origini della didattica pianistica¹ maestri e studiosi si sono espressi in merito ai concetti di ‘tocco’ e ‘timbro’. Con il primo sogliono indicare il modo attraverso cui si ‘tocca’ la tastiera: *p*, *f*, da vicino, da lontano, *cantabile*, *martellato* e così via; con il secondo intendono la qualità del suono dello strumento che può essere determinata dal costruttore, nel momento della progettazione e realizzazione, nella scelta dei materiali e nell’applicazione di particolari brevetti, dall’accordatore, nella misura in cui interviene sulla durezza o morbidezza dei martelli, sulla distanza del martello dalle corde, sull’intonazione del martello e sul modo di accordare tra loro le corde di uno stesso suono, e dall’esecutore, che modifica la sonorità tramite una variazione di tocco.

L’esecutore è dunque colui che può influire sulla variazione del suono: per quelli che ritengono il pianoforte uno strumento monotimbrico, ciò può avvenire

¹ La didattica pianistica si sviluppa in circa 200 anni di storia raggruppabili in tre periodi: il primo è costituito dai metodi teorico-pratici (da JAN LADISLAV DUSSEK, *Introductions on the Art of Playing the Piano Forte or Harpsichord*, London, Corri & Dussek 1796 a CARL CZERNY, *Vollständige theoretisch-practische Pianoforte-Schule, von dem ersten Anfange bis zur höchsten Ausbildung fortschreitend op. 500*, 3 vols., Wien, Ant. Diabelli & Comp., 1839) in cui precetti sulla posizione del corpo e delle mani e sui principi della diteggiatura seguono una sezione descrittiva sugli elementi musicali; il secondo dai metodi esclusivamente pratici (ricordiamo H. HERZ, *1000 Exercices pour l'emploi du Dactylion. Chez l'auteur*, Paris, 1836; C. L. HANON, *Le Pianiste Virtuose en 60 exercices calculés pour acquérir l'agilité l'indépendance, la force et la plus parfaite égalité des doigts, ainsi que la souplesse des poignets*. Boulogne sur Mer, Alph. Schotte et C.ie 1870; K. TAUSIG, *Tägliche Studien, nach dessen Anweisung und Manuscripten gesammelt, stufenweise geordnet*, 3 vols., Berlin, M. Bahn Verlag 1879; F. LISZT, *Technische Studien für Pianoforte*, 3 vols., Leipzig, Schuberth ca.1886; J. BRAHMS, *51 Übungen für das Pianoforte*, 2 vols., Berlin, N. Simrock 1893; S. LEBERT e L. STARK, *Grosse theoretisch-praktische Klavierschule für den systematischen Unterricht nach allen Richtungen des Klavierspiels vom ersten Anfang bis zur höchsten Ausbildung*, Stuttgart, J. G. Cotta 1858; B. CESI, *Metodo per lo studio del pianoforte*, 12 fascicoli, Milano, Ricordi & C. 1895-1904; F. ROSSOMANDI, *Guida per lo studio tecnico del pianoforte*, 8 vols. Napoli, Simeoli 1923) frutto di un insegnamento ancora empirico di maestri che considerano l’apprendimento del virtuosismo come un insieme di ricette e si basano sulla “ginnastica di dito¹”; il terzo dai trattati scientifico-razionali che risentono di una serie di fenomeni sorti in seno alla sensibilità positivista di fine secolo XIX, che si articola a sua volta in due fasi: i trattati pubblicati tra la fine dell’Ottocento e inizi del ‘900 e quelli stampati a partire dal 1921 fino al 1930.

solo attraverso una variazione d'intensità e di agogica, per gli altri, che lo considerano politimbrico, anche attraverso la modificazione del timbro. Questa distinzione scaturisce dall'attenta rilettura dei metodi teorico-pratici e dei trattati da me analizzati nella tesi di laurea,² che mi ha portato ad individuare i sostenitori dell'una e dell'altra tesi.

Indicherò di seguito gli assertori della monotimbricità. Carl Philipp Emanuel Bach avverte l'esigenza di una variazione timbrica e risolve tale necessità attraverso l'uso di strumenti diversi (il clavicembalo a corde pizzicate, da utilizzarsi in composizioni con diversi strumentisti e il clavicordo, a corde percosse, come strumento solista). Riguardo alla differenza tra le esecuzioni sostiene che essa è determinata dalla forza nell'attacco del tasto e dalla durata delle note.³ Muzio Clementi afferma di ottenere le note legate appoggiando il dito sopra il tasto, tenendolo abbassato fino al momento in cui viene percosso il seguente: si produce così un prolungamento della vibrazione delle corde, che, a sua volta, «incatena i suoni e crea un effetto dolce e toccante».⁴ François Joseph Fétis e Ignaz Moscheles osservano come il tocco varia in relazione soltanto al parametro dell'intensità, anche se poco dopo aver affermato ciò si contraddicono sostenendo la «bontà del tocco, d'onde risulta non solo il volume del suono, ma la sua qualità più o meno pastosa e piena, è la conseguenza di un'intera libertà ed indipendenza delle dita».⁵ A sostegno della monotimbricità troviamo, infine, Carl Czerny, secondo cui si può toccare il tasto con almeno «100 gradi di forza e di debolezza»⁶ e tutte queste variazioni richiedono una gran padronanza delle dita che può essere acquisita tramite l'esercizio delle scale.

Diversi sono anche i sostenitori della politimbricità del pianoforte. Jan Ladislav Dussek, sostiene che le note staccate⁷ si realizzano percuotendo ogni tasto separatamente con tocco vivo e leggero, riconducendo così il tocco ad

² C. MACRÌ, *La prassi esecutiva pianistica nei suoi fondamenti storici e biomeccanici: una nuova ipotesi metodologica*, Rel. Giuseppina La Face, Corr. Giovanni Mazzotti, Università di Bologna, Facoltà di Lettere, Laurea in DAMS, A.A. 2000/2001.

³ C. PH. E. BACH, *Saggio di Metodo per la Tastiera*, a cura di G. Gentili Verona, Milano, Curci 1973, p. 12.

⁴ M. CLEMENTI, *Metodo completo per pianoforte*, 1. ed. italiana sulla 5. ed. di Parigi, Bologna, Civico Museo Bibliografico (ca. 1830), p. 17.

⁵ F. J. FÉTIS – I. MOSCHELES, *Metodo dei Metodi di pianoforte o trattato dell'arte di suonare questo istrumento*, Milano, F. Lucca 1840, pp. 3-4.

⁶ C. CZERNY, *Metodo completo teorico-pratico per Piano-forte. Dalla prima istruzione elementare sino al più alto grado d'insegnamento. Corredato di adatti esempi espressamente composti e diviso in tre parti, op. 500*, Milano, Ricordi 1839, parte III, p. 6.

⁷ J. L. DUSSEK, *Méthode pour le Piano, contenant tous les principes du Doigté*, Paris, Dufaut et Dubois 1823 ca., p. 138.

un'azione motoria. Louis Adam ammette che l'unico scopo del suo metodo⁸ è di ricercare la massima espressione di ogni suono, poiché il sentimento dello strumento consiste, nell'eseguire in diverse maniere il *forte* ed il *piano*, le legature, le note staccate e tenute. Friedrich Wilhelm Michael Kalkbrenner⁹ sostiene sia errato credere che il pianoforte posseda il suono bello e fatto, affermando che è possibile variare all'infinito il modo di prendere la nota. Wolfgang Amadeus Mozart, anche se non scrive trattati, né intraprende una vera e propria carriera didattica, è il primo ad evolvere il linguaggio pianistico attraverso una scrittura davvero politimbrica. Francesco Pollini, nella seconda parte del suo metodo,¹⁰ si sofferma sul concetto di 'tocco', osservando come esso permetta di ottenere un'esecuzione variata e colorita. Johann Nepomuk Hummel riporta «alcune osservazioni concernenti l'esecuzione bella»;¹¹ a suo avviso l'abilità essenziale di un pianista è l'essere padrone delle proprie dita, in modo da modificare il suono con diverse gradazioni. François Marmontel¹² non crede che la perfezione e la bellezza del suono dipendano dallo strumento, ma anche dalla conformazione anatomica della mano, dall'agilità, dall'indipendenza delle dita e del polso, dall'elasticità dei muscoli e dei tendini, dal senso del tatto, dalla costituzione nervosa, dallo spessore della pelle, dalla pressione sanguigna; osserva, inoltre, che l'azione del martello sulle corde dipende da quale distanza viene attaccato il tasto e dalla porzione di segmento articolare che provoca tale movimento. Fryderyk Chopin, autore di un abbozzo di *Metodo*, manifesta così la centralità del suono nel suo pensiero: «l'espressione del pensiero attraverso il suono. La parola indefinita dell'uomo è il suono. La manifestazione dei nostri sentimenti attraverso i suoni. La lingua indefinita della musica. L'arte di esprimere i propri pensieri è tramite i suoni. Il pensiero espresso dai suoni»;¹³ la

⁸ J. L. ADAM, *Metodo per pianoforte*, traduzione di *Méthode de Piano du Conservatoire*, Milano, G. Ricordi 1805 ca., p. 3.

⁹ F. W. M. KALKBRENNER, *Metodo per pianoforte col sussidio del Guida-mani*, op. 108, Milano, G. Ricordi 1831, p. 11.

¹⁰ F. POLLINI, *Metodo per clavicembalo*, Milano, G. Ricordi 1811, p. 48.

¹¹ J. N. HUMMEL, *Metodo compiuto teorico-pratico per pianoforte dai primi elementi fino al più alto grado di perfezione*, traduzione dal tedesco sull'edizione originale da G. Radicchi prof. di musica di Vienna, Milano, G. Ricordi 1828, p. 425.

¹² F. MARMONTEL, *Conseils d'un professeur sur l'enseignement technique et l'esthétique du piano*, Paris, Heugel 1876, pp. 124-129.

¹³ Alfred Cortot nel suo *Aspects de Chopin*, Paris, Albin Michel 1949, presenta, dalla pagina 55 alla 66, una collezione di note autografe di Chopin che consiste di testi in vari stadi di completezza. Il manoscritto comprende dodici fogli separati, singoli e doppi di vario formato; in tutto risultano sedici lati scritti e venti bianchi. Redatto in inchiostro, con un esempio musicale e due correzioni aggiunte a matita, il *Progetto di Metodo* è particolarmente difficile da leggere. Dopo la morte di Chopin quest'autografo fu preso da

sua concezione ci è giunta tramite le testimonianze dei suoi allievi, fra cui quella di Peru che racconta così la sua prima lezione: «Mi ha fatto esercitare prima di tutto variando l'attacco di una singola nota, mi mostrava come potevo ottenere diverse sonorità dallo stesso tasto, suonando in venti modi diversi».¹⁴

Fryderych Chopin insieme a Franz Liszt rivoluzioneranno l'esecuzione pianistica attraverso opere ineseguibili dalla generazione a loro precedente, fautrice di una tecnica esclusivamente di dito. In contemporanea a tale repertorio, sorge la nuova figura professionale dell'interprete:¹⁵ mentre il compositore-pianista scrive un repertorio adatto alle proprie capacità, l'interprete deve sviluppare una tecnica tale da consentirgli di affrontare ogni tipo di brano. Questi fattori scatenano una reazione all'interno della didattica che porterà alla nascita di un vero e proprio movimento riformatore.

1.1 La fine del XIX secolo

La data d'inizio di questo processo riformatore è il 1885 anno nel quale viene pubblicato in Germania *Die Lehre des einheitlichen Kunstmittels beim Klavierspiel* di F. Horace Clark-Steiniger, allievo di Ludwig Deppe. Proprio quest'ultimo, famoso pianista, insegnante, direttore d'orchestra e compositore,¹⁶ è

Ludwika Jedrzejewicz, sorella più anziana del compositore, che fece una copia esatta di una parte di esso, ma incluse anche dei frammenti assenti dall'originale. Nel 1850 la sorella di Chopin regalò il manoscritto alla Principessa Marcelina Czartoryska, che successivamente lo diede alla pianista Natalia Janotha. Nel 1926 il *Progetto di Metodo* fu acquistato da Alfred Cortot che lo tenne con se fino alla morte, avvenuta nel 1862; ora è nel deposito Robert O. Lehman della Pierpont Morgan Library di New York.

¹⁴ F. H. PERU, *Mes souvenirs de Frédéric Chopin*, «Revue de la S.I.M.», s. IX, 1913, pp. 25-30: 29.

¹⁵ Il 18 febbraio 1837 Ignaz Moscheles presentava a Londra questo programma: Weber, *Sonata op. 24*; Purcell, *Mad Bess*, Bach, *Preludi e fughe in do diesis maggiore, minore, e re maggiore*, Beethoven, *Sonata op. 31, n. 2*; Scarlatti, Scelta di pezzi dalla *Suites of Lessons*, Haendel, *Il fabbro armonioso*, Mozart, *Duetto da Così fan tutte*, Beethoven, *Sonata op. 81a*; Jackson, *Va debole tiranno*; Moscheles scelta dei *Nuovi Studi op. 95*. Moscheles impostava, dunque, il suo programma su un secolo di storia, selezionava le sue musiche in base al loro valore metastorico, senza nessuna concessione alla moda. I programmi dei sei concerti tenuti a Vienna da Liszt nel 1837 stabiliscono però il passaggio definitivo dal pianista-compositore al pianista-interprete. Questo è il repertorio da lui presentato: Beethoven, *Sonata op. 31, n. 2*; *Trio, op. 97*; Chopin, *Mazurche*; Liszt, *Studi trascendentali, n.ri 4, 7, 9*, *Valse di bravura*, *Al lago di Wallenstadt*, *Frammento di Dante*; *Hexameron*, *Reminiscenze dei Puritani*, *Reminiscenze della Lucia di Lammermoor*, *Fantasia sulla Sonnambula*, *Melodie ungheresi*, *L'orgia*, *Tarantella napoletana*; Schubert, scelta di *Lieder*; Beethoven, *Scherzo*, *Tempesta e Finale dalla Sesta Sinfonia*. Per il repertorio cfr. P. Raabe, *Liszt's Leben*, Stoccarda 1931.

¹⁶ J. WARRACK, *Deppe, Ludwig* in *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*,

considerato l'iniziatore della rivoluzione scientifica applicata al pianoforte. Sfortunatamente non scrive alcun trattato, ma il suo modo di pensare la didattica ci è giunto tramite testimonianze di suoi allievi, tra cui Clark-Steiniger, che fu il primo a scrivere il metodo, sopra citato, seguendo gli insegnamenti del maestro, ed Elisabeth Caland, la quale pubblica nel 1897 *Die Deppesche Lehre des Klavierspiels*.

Formatosi ad Amburgo e a Lipsia, nel 1857 Deppe si stabilisce ad Amburgo dove fonda una società musicale che dirige fino al 1868. Dal 1874 al 1886 è *Kapellmeister* della Opera Reale di Berlino, dove inizia la sua attività di direttore d'orchestra, il cui successo è testimoniato dalla autobiografia, *Due anni da maestro di cappella all'Opera reale di Berlino*, pubblicata nel 1890. Insegnante di molti pianisti famosi, tra cui Emil von Sauer, Deppe elabora un metodo allora considerato rivoluzionario, poiché è il primo a richiamare l'attenzione sui movimenti muscolari e a sviluppare una teoria scientifica sull'insegnamento del pianoforte che include una visione unificata dell'aspetto mentale e muscolare. Così Roger Boardman riassume il suo metodo: «[Deppe] credeva che per guadagnare la padronanza della tecnica pianistica si doveva distribuire lo sforzo su ogni parte del meccanismo, dalla spalla alla punta delle dita. Il primo passo verso il raggiungimento di questo scopo consisteva nel liberare il pianista dalla tradizione di muovere solo le dita, mentre il resto rimaneva fermo».¹⁷ Contempla dunque la partecipazione di tutto l'arto superiore, opponendosi così alla vecchia scuola che vedeva protagonista solo le dita. Fay osserva che «dopo aver conosciuto Deppe, ho ricordato di non aver mai visto Liszt alzare le sue dita così in alto come prevedono le altre scuole... Liszt ha un modo straordinario di suonare le melodie».¹⁸ Sembrerebbe, quindi, che Liszt incarnasse questa nuova concezione didattica: è possibile che il virtuoso Liszt costituisse il modello per tutti questi maestri di fine Ottocento impegnati a comprendere il vero modo di suonare il pianoforte, per i quali il segreto sarà quello di suonare con il peso senza alzare le dita. Secondo Fay «con l'istinto e l'esperienza, Liszt suona nel modo pensato da Deppe, che da Liszt prende molto del suo metodo».¹⁹

Secondo i suoi studenti, Deppe raccomanda di suonare con le punte delle dita e con movimenti lenti. Predica il coordinamento muscolare tra le dita, la

ed. Stanley Sadie, London, Macmillan 2001, Vol. 7, p. 224.

¹⁷ R. CRAGER BOARDMAN, *A History of Theories of Teaching Piano Technique*, Ph. Dissertation, New York University, 1954, p. 115.

¹⁸ A. FAY, *Music-Study in Germany*, in *Home Correspondence of Amy Fay*, Philadelphia, Theodore Presser Co. 1896, p. 299.

¹⁹ FAY, *op. cit.*, p. 300.

mano, l'avambraccio e il braccio²⁰ ed essenzialmente il suo insegnamento richiede la partecipazione del sistema muscolare di tutto il corpo per ogni movimento realizzato dalle dita. Per esempio, sul passaggio del pollice sotto il terzo dito, Fay riporta: «nel suonare le scale, il suo principio era di non ruotare il pollice sotto la mano, ma di ruotare leggermente su ogni punta delle dita, premendola sul fondo del tasto, e ruotarvi sopra come su di un perno, fino a suonare il prossimo dito. In questo modo, si prepara il pollice, che si alza liberamente e in maniera leggermente curva».²¹

Deppe non credeva nella separazione della preparazione musicale da quella tecnica. Anche se suggerisce degli esercizi preparatori di matrice lisztiana, che consistono nel tenere abbassati alcuni tasti, mentre le dita rimanenti ne ribattono altri, la sua idea principale non riguarda il rafforzamento delle dita, ma il controllo e la qualità del suono. Convinto della supremazia della mente nel controllo muscolare, sostiene che ogni dito è potenzialmente uguale e indipendente. Con questa teoria degli “equi diritti”, Deppe abolisce l’allenamento delle dita per raggiungere una stessa forza, sostenendo l’equa funzione di ogni dito nel trasmettere la potenza di tutto l’apparato superiore sul tasto, invece di trasferire solo la propria forza.²²

Queste sono, dunque, le basi su cui si ergerà la nuova didattica che, soprattutto in seguito al movimento positivista, subirà un influsso scienziato portato avanti in particolar modo dai pedagoghi del Novecento. Dopo questa contestualizzazione generale, il capitolo si articola in tre sezioni, in cui la prima completerà la didattica ottocentesca, con lo studio del metodo d’insegnamento del suo ultimo maestro Theodor Leschetizky; la seconda, che si occupa del primo ventennio del Novecento, dopo aver esaminato il concetto di ‘tocco’ nei lavori di Marie Jaëll e Tobias Augustus Matthay, prenderà in considerazione le opere di due eminenti esponenti della “riforma”, Rudolf Maria Breithaupt e Friedrich Adolf Steinhausen; la terza, che indaga il terzo decennio del XX secolo, introdotta da uno sguardo riassuntivo sui trattati di Alfred Cortot, Bruno Mugellini e Attilio Brugnoli, si incentra su uno dei più poderosi scritti di questo periodo, *The Physical Basis of Piano Touch and Tone* di Otto Ortmann.

²⁰ E. LETŇANOVÁ, *Piano Interpretation in the Seventeenth, Eighteenth and Nineteenth Centuries: a Study of Theory and Practice using Original Documents*, Jefferson, McFarland & Company 1991, p. 100.

²¹ FAY, *op. cit.*, p. 290.

²² BOARDMAN, *op. cit.*, p. 117.

1.1.1. A morte la ginnastica di dito: Theodor Leschetizky, l'ultimo dei romantici

Le teorie di Deppe vengono subito applicate da un suo contemporaneo, Theodor Leschetizky, uno dei primi ad acquisire una reputazione internazionale come maestro. Nato in Polonia nel 1830 a Lańcut, si forma a Vienna con Carl Czerny. Su invito di Anton Rubinstein si reca a San Pietroburgo per insegnare alla corte della Gran Duchessa Elena, dove rimarrà dal 1852 al 1877, fondando nel 1862, insieme ad altri musicisti, il Conservatorio. Tornato a Vienna nel 1878, crea una delle più importanti scuole private di musica e fra i suoi tanti allievi provenienti da ogni parte del mondo, si annoverano Annette Essipova, Ignaz Jan Paderewski, Ossip Gabrilowitsch, Ignaz Friedman e Artur Schnabel.

Anche se Leschetizky non scrisse alcun metodo, approvò quelli di diversi allievi tra cui *La Main du pianiste* di Marie Unschuld de Melasfeld e *The Groundwork of the Leschetizky Method*, di Malwine Brée, pubblicati entrambi nel 1902. Il lavoro di Brée si apre con due lettere, una dell'autrice del *Metodo*, e l'altra del maestro, qui riproposte perché in esse sono presenti importanti elementi su cui riflettere. Rivolgendosi al suo maestro, Malwine Brée scrive:

Per vent'anni ho avuto l'onore di essere sua allieva e per più di dieci Lei mi ha tenuto come sua assistente. Porto ciò come giustificazione per aver pubblicato in questo libro ciò che Lei mi ha insegnato e che ho provato su centinaia di allievi. Riconosco che un trattato teorico non può creare un pianista completo, così come un libro di pittura o scultura non può fare un pittore o uno scultore. Molti allievi anziani della scuola di Leschetizky troveranno qui dei piacevoli rimandi a quanto hanno imparato in passato, mentre i più giovani avranno una chiara esposizione dei principi della scuola. Non ho voluto con questo lavoro stabilire delle leggi, ma fornire una guida per un'esecuzione corretta e bella. Spero di esserci riuscita, se non altro grazie alla presenza delle fotografie che ritraggono la Sua mano. La ringrazio cordialmente per questo, e le chiedo di accettare la dedica del volume. Vuole essere un omaggio alla fonte da cui ho tratto ispirazione

Leschetizky risponde:

Ti prego di gradire i miei ringraziamenti per la dedica del libro che accetto con piacere. Come sai, per principio non sono amico dei Metodi per pianoforte; ma il tuo lavoro eccellente, da me esaminato con attenzione, è una brillante esposizione del mio personale punto di vista, tanto da poterlo sottoscrivere parola per parola. "Le basi del Metodo Leschetizky" conduce la mano sullo stesso sentiero che hai percorso tu, come mia assistente, per diversi anni raggiungendo il successo. Anche lo stile del tuo lavoro non è solo didattico, ma è anche imbevuto di intelligenza e humor. Ammetto che le foto della mia mano sono corrette e giuste; e spero per il tuo libro che io dichiaro essere l'unica descrizione corretta della mia scuola e del mio metodo, il migliore successo e la più

ampia pubblicità.²³

Leschetizky è dunque contrario a scrivere un Metodo, ma la sua allieva Brée, dopo un trentennio di frequentazioni, ne riassume gli insegnamenti riassumendoli nel *Metodo di Leschetizky*, in una maniera così seria e corretta da ricevere l'approvazione e il riconoscimento del maestro. Per tutte queste ragioni ho ritenuto necessario analizzarne i contenuti per meglio comprendere gli insegnamenti dell'ultimo grande maestro ottocentesco.

Nel lavoro, ricco di foto dimostrative che ritraggono la mano di Leschetizky ed esempi musicali esplicativi, si succedono una serie di disposizioni e consigli organizzati secondo la struttura dei metodi tradizionali: inizia con prescrizioni sulla posizione da assumere davanti al pianoforte, passa attraverso le principali tecniche, per giungere, infine, all'idea di esecuzione e a considerazioni su chi può intraprendere lo studio di così nobile strumento. Studiando questa interessante opera ci viene incontro l'immagine di un maestro che mette sempre al primo posto la produzione del suono e rifugge da atteggiamenti esclusivamente ginnici. Suonare il pianoforte rappresenta, per Leschetizky, l'occasione per mostrare la ricchezza interiore posseduta solo da alcuni "chiamati". Tale occasione si realizza nell'interpretazione che esige un'infinita sensibilità, intelligenza e molteplici capacità di produzione sonora. Il talento e l'intelligenza, che restano al primo posto, necessitano per realizzarsi di costanza e persistente lavoro. Il paragrafo *Chi può studiare il pianoforte* si conclude infatti con l'affermazione di Leschetizky: «la cima del Parnaso si raggiunge con l'aiuto dell'Operosità e del Talento».²⁴

Malwine Brée, organizza il metodo in vent'otto paragrafi più tre appendici su scale e arpeggi, che, per ragioni di analisi, ho suddiviso nelle seguenti tre parti:

- la prima, fino al paragrafo XXIII, ricca di foto della mano del Maestro e di esercizi, si occupa dei diversi problemi della tecnica pianistica;
- la seconda, costituita dal solo XXIV paragrafo, ricco di esempi musicali tratti dal repertorio, analizza alcuni problemi interpretativi legati all'esecuzione pianistica;
- la terza, che si estende dal paragrafo XXV al termine, presenta alcune considerazioni del maestro riguardo varie problematiche legate allo studio e all'opportunità di diventare dei pianisti.

²³ M. BRÉE, *The Leschetizky Method. A Guide to Fine and Correct Piano Playing*, Mineola, New York, Dover Publications 1997, p. 4.

²⁴ *Ivi*, p. 60.

Nel primo paragrafo, *Posizione al pianoforte*, sono riportate le seguenti parole di Leschetizky: «siedi comodamente ed erettamente al pianoforte, come un buon fantino sul suo cavallo, e produci movimenti del braccio, fino a quando sono necessari».²⁵ Rispetto alla tastiera, bisognerebbe sedersi ad una distanza che consenta di posizionare le dita senza sforzo, tenendo le braccia naturalmente ricurve e i piedi vicini ai pedali. I gomiti, né premuti né troppo lontani dai fianchi, devono essere in linea con la tastiera. Leschetizky si oppone agli atteggiamenti inutili al pianoforte, poiché producono solo effetti comici sull'ascoltatore. L'arte dell'esecuzione si mostra attraverso le dita, non il volto; e se l'esecutore ha veri sentimenti, secondo il maestro, essi si manifestano naturalmente.

Segue il paragrafo dedicato alla *Posizione della mano* (Fig. 1.1), che deve essere larga, flessibile nel polso, equipaggiata con dita le cui estremità siano ampie e muscolose. L'affermazione «L'unghia deve essere ben tagliata per non rendere duro il suono»²⁶ e la **Figura 1** mostrano come Leschetizky suonasse con le dita curve e come appartenga, da questo punto di vista, ancora alla generazione pianistica del primo Ottocento. Dopo aver presentato vantaggi e svantaggi delle mani grandi e delle piccole, sostiene, infatti, che in ogni caso entrambe devono mantenere una forma arcuata, poiché la rotondità della mano è, secondo lui, l'unico modo per attaccare i tasti con forza.

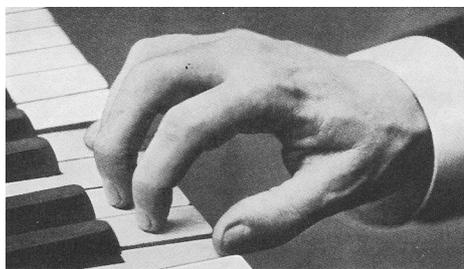


Fig. 1.1. Mano di Theodor Leschetizky

Presenta subito un esercizio di note tenute, che rimanda ai primi esercizi del metodo di Liszt, dove alcune dita mantengono dei tasti abbassati, mentre le rimanenti ne percuotono altri. Anche se l'ovvio scopo di ciò è il rafforzamento e l'indipendenza delle dita e il mantenimento della mano in una certa posizione, la principale discussione su di essi s'incentra sul tocco desiderato e sulla pressione richiesta nell'eseguire le ripetizioni. Seguono una serie di esercizi il cui scopo è il raggiungimento di una determinata tecnica finalizzata ad un certo suono.

Il terzo paragrafo è dedicato agli *Esercizi per il polso* che devono essere eseguiti con la mano arrotondata, le dita salde sui tasti senza scivolare. Nel paragrafo successivo presenta *Alcune regole generali* da osservare durante lo studio, fra cui quella di suonare gli esercizi prima con dinamica *piano* ricercando lo stesso suono per ogni dito. Si coglie, così, la competenza anatomica-fisiologica

²⁵ *Ivi*, p. 5.

²⁶ *Ibidem*.

di Leschetiszky capace di comprendere che per ottenere tale uguaglianza, bisognerà esercitare pressioni differenti sulle varie dita. Consiglia di interrompere l'esercizio appena si avverte la minima fatica e in ultimo consiglia di mantenere inalterata la forma del dito mentre esso abbassa il tasto.

Il quinto paragrafo è dedicato ad *Esercizi per le dita* (Fig. 1.2) basati sempre sulle ripetizioni di alcune dita mentre altre mantengono i tasti abbassati.

V. FINGER EXERCISES
I. FOR ONE FINGER

Fig. 1.2 Esercizi per il rafforzamento e l'indipendenza delle dita

Per apprendere correttamente la tecnica pianistica, Leschetiszky propone di iniziare da questi semplici esercizi basati sulle note tenute, in modo che l'allievo rivolga l'attenzione alla posizione del polso e all'azione e posizione delle dita. Consiglia di suonare ogni esercizio prima con il *legato* e poi con lo *staccato*, per aumentare l'elasticità delle dita. Il primo esercizio è dedicato alla percussione ripetuta di un dito, mentre le altre quattro mantengono abbassati i tasti; nel secondo le dita che percuotono diventano due, nel terzo tre e così via, fino a giungere al quinto esercizio dove suonano tutte le dita. Nel sesto esercizio



Fig. 1.3. La mano di Theodor Leschetizky durante il passaggio del pollice in una scala

dedicato a un suono tenuto, Leschetizky dimostra una consapevolezza senza precedenti dei fattori fisiologici che contribuiscono ai movimenti del dito: «stare attenti a non tenere le dita che non agiscono tese, per le quali si consumerebbe più energia rispetto a quanta se

ne consuma per quelle attive. E non preoccuparsi se il quarto dito reagisce quando si suona il terzo. C'è una ragione anatomica che si esemplifica nella presenza di un tendine in comune». ²⁷ Nel settimo presenta invece degli esercizi senza note tenute utili a sviluppare il *legato*.

²⁷ *Ivi*, p. 11.

Dal sesto al nono paragrafo si occupa delle scale, presentando prima degli *Esercizi di preparazione per le scale diatoniche* (Fig. 1.3), incentrati sul passaggio del pollice per il cui movimento raccomanda di accompagnare con il braccio, mentre l'avambraccio non deve seguire nessun cambiamento di angolazione della mano, e poi le *Scale diatoniche e cromatiche* vere e proprie.

Suggerisce di non scuotere il braccio durante il passaggio del pollice e di mantenere il polso sciolto, ma stabile. Consiglia di tenere le dita curve e di passare il pollice sotto la mano subito dopo aver suonato la sua nota. All'inizio prescrive di suonare le scale lentamente e senza accenti e indica di aumentare la velocità solo dopo qualche tempo. Nel movimento rapido la scala dovrà essere suonata staccata e con le dita molto alzate producendo così un *jeu-perlé*. Invita a studiare prima a mani separate e poi unite, prima a moto contrario con la stessa diteggiatura per le due mani e alla fine per moto parallelo a mani unite.



Fig. 1.4 La mano di Theodor Leschetizky durante il passaggio del pollice in un arpeggio

I paragrafi decimo e undicesimo sono dedicati agli *Arpeggi* (Fig. 1.4) con i relativi esercizi preparatori che si basano sempre sul modulo costituito da alcune note tenute mentre le altre suonano. In questo caso le note che vengono percosse si muovono su intervalli più

distanti. Tali esercizi, che servono per allargare la mano, devono essere sempre compiuti senza fatica. Il rifiuto dell'approccio

sistematico dei metodi di "ginnastica di dito" da parte di Leschetizky è evidente anche per l'assenza di diteggiature elaborate per le scale e per gli arpeggi.

Il paragrafo dodicesimo presenta degli esercizi sull'*Accordo di settima*, mentre il tredicesimo si occupa delle *Note ribattute con cambio di dito*. Secondo Leschetizky, la nota ribattuta deve essere eseguita solo dall'articolazione del dito, con polso e mano fermi. Le dita dovranno resistere all'impatto col tasto e scivolarvi sopra, mentre il polso dovrà essere tenuto libero e alto, in modo da consentire una leggera rotazione della mano e aiutare così le dita nel loro movimento.

Dal paragrafo quattordicesimo inizia una serie di osservazioni riferite alla variazione sonora che faranno comprendere quanto sia rilevante, nel pensiero di Leschetizky, la produzione del suono e le differenti maniere per realizzarlo. Si concentra sulla *Varietà di tocco* mettendola in relazione con la variazione di timbro. Per ottenere ciò è necessario studiare gli esercizi in relazione al suono che

si vuole produrre, perché il musicista non deve dimenticare che «c'est le ton que fait la musique».²⁸ A suo avviso, infatti, anche se il suo suono del pianoforte non presenta la varietà della voce e del violino, il pianista deve riuscire a creare suoni differenti. Leschetizky raggiunge la varietà sonora attraverso diversi tocchi:

1. il *legato*, che si ottiene mantenendo il tasto abbassato fino alla percussione del successivo;
2. il *legatissimo*, per il quale si dovrà tenere abbassato il tasto anche un attimo dopo aver prodotto il suono successivo;
3. lo *staccato*, in cui le dita sono lanciate sul tasto e rilassate subito dopo;
4. il *non-legato*, in cui le dita sono lanciate molto in alto per raggiungere una percussione particolarmente rapida del suono;
5. il *suono di spinta*, ottenuto mediante l'articolazione del dito che dopo aver suonato viene tirato rapidamente verso l'alto dal polso;
6. lo *staccato di polso*, dove le dita si alzano insieme al polso, dopo che esso ha percusso il tasto dall'alto;
7. il *portamento*, in cui si fa cadere il polso su ogni nota rilasciandola attraverso un sollevamento dell'avambraccio;
8. il suono da utilizzarsi nelle *cantilene*, che si realizza con la pressione del polso: tenute ferme le articolazioni delle dita e della mano, il polso fa oscillare quest'ultima appoggiandola sulla resistenza del tasto che la riporta verso l'alto. Subito dopo aver suonato, si rilassa il polso che ritorna nella posizione naturale, mentre il dito mantiene il tasto.

Nel paragrafo quindicesimo presenta una serie di esercizi preparatori per l'esecuzione delle *ottave* (Fig. 1.5), per le quali è necessario mantenere la mano sempre in posizione, con il polso fermo, ma non rigido.



Fig. 1.5. Esercizi di preparazione alle ottave

²⁸ *Ivi*, p. 26.

La sezione successiva è dedicata agli *Accordi* «che devono essere premuti piuttosto che percossi».²⁹ Secondo il principio che il gesto è al servizio del suono, la mano deve affondare nell'accordo, invece di percuoterlo dall'alto altrimenti il suono prodotto è sgradevole. In ogni caso, Leschetizky contempla un grande uso del polso nell'esecuzione degli accordi e delle ottave. Consiglia di suonare l'accordo vicino, attraverso la contrazione delle dita e, per non sentire fatica, suggerisce di rilassare il polso subito dopo aver suonato. Mostra delle fotografie che ritraggono la mano di Leschetizky mentre suona diversi accordi aventi tutti come fondamentale la nota Do, in cui si nota una mano sempre stabile e connessa capace di trasferire il peso sui tasti.

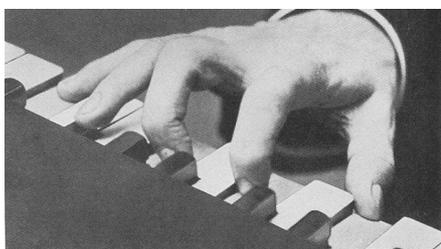


Fig. 1.6 La mano di Leschetizky durante un arpeggiato

Mentre il paragrafo diciassettesimo è dedicato agli *Arpeggiati*, per i quali consiglia di mantenere le dita pronte sui rispettivi tasti, e produrre il suono tramite una leggera rotazione (**Fig. 1.6**), il diciottesimo si incentra sulle *Doppie note*, preparate attraverso degli esercizi con tre note tenute e due ribattute eseguite con il polso sciolto, cui segue un esercizio dove si alternano due coppie di doppie note. Nel paragrafo diciannovesimo descrive la presenza di una *Linea melodica nella parte superiore degli accordi* da eseguirsi con il dito steso, mentre le rimanenti dita tengono una posizione arrotondata. Ciò consentirà di creare due livelli sonori: il dito steso produrrà un suono più profondo e potente, mentre le dita ricurve uno più leggero e superficiale.

Il *Glissando*, presentato nel ventesimo paragrafo, eseguito correttamente, produce l'effetto del *jeu-perlé*. Il paragrafo ventunesimo è dedicato agli *Abbellimenti*, che devono essere suonati in maniera chiara, elegante, e anche vivace. Fornisce indicazioni su come eseguire i diversi tipi di abbellimento con le diteggiature più adatte.

Nel paragrafo ventiduesimo, Theodor Leschetizky osserva tre parametri riferiti alla *Dinamica*: livello sonoro, morbidezza e accenti. Afferma che per

²⁹ *Ivi*, p. 29.

provocare il *forte* e il *fortissimo* occorrono il polso e il braccio. Per realizzare un suono morbido, il polso deve essere rilassato, tenendo però la punta del dito ben connessa sul tasto, altrimenti la qualità del suono risulterebbe velata e sorda. L'unica eccezione per la quale Leschetizky ammette sia possibile stendere le dita è un passaggio sui tasti neri da suonare in *pianissimo*. Riguardo l'accento, sostiene si ottenga con le dita e il polso fermi e in presenza di un *crescendo*, consiglia di tenere il polso all'inizio rilassato per poi irrigidire gradualmente; con il *diminuendo* vale il contrario.

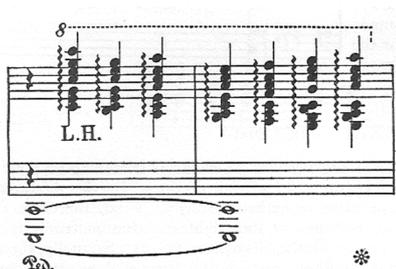


Fig. 1.7. Esempio di pedale

Leschetizky attribuisce grande valore al pedale, presentato nel ventitreesimo paragrafo, per il quale indica delle regole generiche:

1. il basso deve risuonare per tutta la durata dell'accordo;
2. in un passaggio che si concentra sul registro più acuto è necessario cambiare il pedale più spesso a causa della minore risonanza ed evitare così spiacevoli dissonanze;
3. bisogna accentare la nota grave su cui si abbassa il pedale ed eseguire le altre più leggere (Fig. 1.7);
4. è possibile coprire una dissonanza con il pedale se si esegue il passaggio in *crescendo* e si rilascia il pedale sulla nota più forte (Chopin, studio op. 25, n. 11).

Descrive inoltre un particolare tipo di pedale da lui definito «sincopato»,³⁰ che consiste nel suonare la nota e abbassare il pedale mentre il dito sta salendo.

La seconda parte dell'opera si incentra intorno al paragrafo ventiquattresimo, intitolato *Accenni per l'esecuzione*, e articolato in quattro punti:

1. Melodia - anche se affidata al gusto e alla sensibilità dell'esecutore, illustra alcune regole che devono essere rispettate: se ci sono due note di valore differente, quella più lunga sarà suonata con più forza; un passaggio ascendente sarà eseguito in *crescendo* e uno discendente in *diminuendo*. Secondo Leschetizky le regole sono però indicative, poiché gran parte della bellezza di un'esecuzione dipende dal gusto e dalla fantasia dell'interprete.

³⁰ *Ivi*, p. 49.

2. Tempo - rispetto a cui afferma: «se l'idea del colore è associata alla dinamica musicale, il tempo è la vita e il movimento del suonare il pianoforte».³¹ Poiché nessun compositore scrive un brano in un tempo uniforme, i cambiamenti di velocità, a suo avviso, devono essere gradualmente e delicati per non far avvertire il loro inizio e la loro fine. È un sostenitore del metronomo, poiché ritiene che se usato in maniera corretta crea la regolarità e controllo ritmico.
3. Ritmo - non implica un'assoluta fissità del tempo, perché in ogni battuta permette di disporre liberamente gli accenti.
4. Arpeggiati - da applicarsi non solo ad un accordo di grande estensione, ma anche con finalità espressive, o per fornire effetti di polifonia in punti importanti.

Con il paragrafo venticinquesimo, la *Diteggiatura*, si apre la terza ed ultima sezione dell'opera. Sostiene che essa debba essere individuata quella più comoda ammettendo anche la possibilità di usare il pollice sui tasti neri. Un grande aiuto nella diteggiatura è fornito dal pedale in quanto può prolungare alcune note senza necessità di tenere i tasti abbassati. A detta di tutti i suoi allievi, Leschetizky incoraggia la ricerca di una diteggiatura che fosse al servizio della musica; una volta disse, infatti, a un suo allievo: «suona questo passaggio con il naso, se necessario, ma crea il suono giusto».³² Era più concentrato sul colore del suono e l'eliminazione dei movimenti non necessari che all'applicazione o all'insegnamento di una diteggiatura standardizzata.

A suo avviso, *la pratica e lo studio*, presentati nel paragrafo ventiseiesimo, sono i mezzi attraverso cui raggiungere il valore più grande posseduto dall'umanità: l'Arte. «Studiare il pianoforte non consiste nell'eseguire per ore una spensierata corsa di esercizi».³³ Consiglia di studiare un brano musicale lentamente con grande attenzione concentrandosi su ogni suo elemento e di impararlo a memoria perché in tale maniera lo si conoscerà per sempre. Suggerisce di leggere prima il pezzo con gli occhi, senza suonarlo per crearsi una mappa celebrale non connessa direttamente con lo schema motorio utilizzato per il movimento delle dita, poi di analizzare le armonie, decidere la diteggiatura e il pedale; consiglia di leggere le battute solo con gli occhi nominando le note e infine di eseguire le battute che si sono apprese. Leschetizky divide quindi il

³¹ *Ivi*, p. 51.

³² S. BERNSTEIN, *With Your Own Two Hands*, New York, G. Schirmer, Inc. 1981, p. 56.

³³ LESCHETISZKY, *op. cit.*, pp. 57-58.

brano e indica di impararlo a memoria ancora prima di conoscerlo digitalmente. Quando il processo di memorizzazione si è compiuto su una sezione, si può procedere all'altra. Anche questo atteggiamento nei confronti dell'imparare a memoria, manifesta l'attitudine del maestro polacco alla razionalità dell'apprendimento. Chiama questo metodo «memoria con addizione»:³⁴ è un metodo lento, ma inesorabile che consente all'allievo di imparare diversi pezzi in un anno, il cui numero verrà duplicato l'anno dopo e triplicato il successivo.

Il penultimo paragrafo è dedicato ai principali movimenti della mano e del braccio di cui ne distingue cinque: ascesa, discesa, rotazione del polso, spostamento laterale e salti. Descrive però solo il movimento di spostamento laterale che è spesso necessario per portare la mano subito in un'altra posizione per suonare.

Conclude con osservazioni su *Chi dovrebbe suonare il pianoforte*. L'interprete deve essere "chiamato", poiché solo pianisti di talento e con abilità manuali diventano artisti famosi. Secondo Leschetizky, il pianoforte non è destinato solo a tali interpreti; contempla infatti una *middle class*, di cui fanno parte quei pianisti che possiedono un buon orecchio, una mano adeguata, temperamento artistico, sensibilità, cervello e un'incessante «capacità d'industriarsi».³⁵ Sostiene che comunque è possibile migliorare in tutto, e propone alcuni esercizi per sviluppare l'orecchio, e la mano. Gli unici fattori imm modificabili sono il temperamento e le emozioni che non possono essere costruite, ma solo affinati o risvegliati se dormienti. Leschetizky vuole sfatare l'idea secondo cui la parte più importante della musica sia il sentimento, perché esso non può esistere senza intelligenza e cervello. Ancora una volta sottolinea come i grandi risultati possano essere raggiunti con costanza e persistenza: «la cima del Parnaso si raggiunge con l'aiuto dell'Operosità e del Talento».³⁶

Il *Metodo di Leschetizky*, pur essendo l'ultimo grande metodo ottocentesco, dove insieme a osservazioni e consigli si propongono degli esercizi su cui applicarli, si proietta nel XX secolo, grazie ad alcune intuizioni ed idee riguardanti l'abolizione dell'idea della ginnastica di dito, il primato della volontà sull'emozione e la grande attenzione che pone sulla varietà sonora. Anche se solo intuito e, quindi, non dimostra scientificamente nel metodo si sostiene che la varietà di tocco produce una modificazione del timbro e che essa può essere ottenuta attraverso tutta una serie di azioni motorie precedentemente illustrate.

³⁴ BRÉE, *op. cit.*, p. 58.

³⁵ *Ivi* p. 59.

³⁶ *Ibid.*

1.2. Il primo ventennio del XX secolo

Robert P. Morgan, in *Twentieth-Century Music: A History of Musical Style in Modern Europe and America*, spiega che «il periodo tra il 1900 e il 1914 è uno dei più turbolenti nell'intera storia dell'arte, in cui avvengono una serie di sviluppi rivoluzionari influenzati dalla tendenza a distorcere l'obiettività della realtà in favore di una visione più personale ed emotiva».³⁷ I musicisti, come gli altri artisti, manifestano i loro disagi e le loro aspirazioni influenzati da movimenti come l'impressionismo, l'espressionismo, serialismo e neoclassicismo.

Il mondo pianistico non rimane esente da tali processi, e la scoperta di nuove sonorità sembra essere lo scopo primario dei compositori. Claude Debussy e Maurice Ravel esplorano le sfumature timbriche, valorizzano il pedale e mescolano i registri, mentre Bela Bartók e Igor Stravinskij si avvicinano allo strumento con un'energia primitiva che ne esalta il carattere percussivo. Parallelamente gran parte del repertorio rimane legato alla tradizione, almeno per ciò che riguarda la tecnica pianistica e i moduli di scrittura: Sergej Rachmaninov e Alexander Scriabin da una parte, Sergej Prokofev e Dmitrij Šostakovič dall'altra. Dagli anni '50 si richiederà poi agli esecutori una tecnica non convenzionale: per esempio Henry Cowell chiede ai pianisti di produrre il suono fermando le corde con le mani e John Cage richiede una particolare preparazione del pianoforte collocando oggetti di vario genere sulle corde per modificarne il suono. Tra tutte queste tecniche diverse, l'insegnamento del pianoforte assume un aspetto multidimensionale.

L'aumentare delle conoscenze scientifiche, anatomiche e fisiologiche crea una nuova generazione di metodi per pianoforte. Dagli inizi del Novecento non sarà più possibile parlare di Metodi per pianoforte,³⁸ ma di trattati. Il metodo, per definizione, contempla una teoria e una relativa applicazione e le opere

³⁷ R. P. MORGAN, *Twentieth-Century Music in A History of Musical Style in Modern Europe and America*, New York, W.W. Norton and Company 1991, pp. 14-15.

³⁸ La scuola "napoletana" perpetua questa tradizione dei metodi per pianoforte. Probabilmente ciò è dovuto alla figura del suo iniziatore, Sigmund Thalberg, trasferitosi a Posillipo nel 1844, famoso per la sua bravura, tanto da essere il rivale di Liszt. L'insegnamento di Thalberg è ancora incentrato sul virtuosismo e sulle "ricette" che lo possono far ottenere, anche se pone una particolare attenzione all'arte del canto applicata al pianoforte. Il suo più caro allievo è Beniamino Cesi, il quale scrive *Metodo per pianoforte* in 12 fascicoli composti tra il 1895 e il 1904. Allievi di Cesi sono Florestano Rossomandi che scrive una nel 1923 una *Guida per lo studio tecnico del pianoforte* e Alessandro Longo, autore di 12 fascicoli di *Tecnica pianistica* del 1926.

ottocentesche analizzate presentano infatti tutte una parte teorica munita di esercizi applicativi posti in ordine di difficoltà. Tale cambiamento è dovuto probabilmente al fatto che i nuovi didatti sono forse più ricercatori e studiosi che maestri,³⁹ e come tali più interessati all'aspetto speculativo che pratico.

La concezione didattica novecentesca si incentra su alcuni concetti cardine come quello del "rilassamento" e del "peso", introdotti dalle opere degli allievi di Deppe e sviluppati dai lavori di Breithaupt e Steinhausen. Tali concetti nascono in concomitanza con le moderne esigenze tecniche, estetiche e sonore della meccanica pianistica: durante l'ultimo trentennio dell'Ottocento, il pianoforte si arricchisce del telaio in ghisa e di conseguenza presenta una meccanica che deve sostenere una maggiore tensione delle corde; la tastiera diventa così più pesante ed il movimento delle sole dita non è sufficiente a risolvere le necessità del nuovo repertorio.

Analizzati i trattati del primo ventennio nel Novecento, ho ritenuto utile, per comodità ed associazione di alcuni concetti cardine, organizzarli a seconda delle aree geografiche cui gli autori appartengono. Dalla Germania parte il rinnovamento, grazie alle ricerche pionieristiche di Horace Clark-Steiniger, allievo di Deppe, che troveranno un compimento negli studi di Breithaupt e Steinhausen, di cui tratterò in dettaglio nei paragrafi seguenti.

In Francia il movimento riformatore inizia con Marie Jaëll Traumann, autrice di due opere fondamentali, *La musique et la psychophysiologie*, e *Le mécanisme du toucher. L'étude du piano par l'analyse expérimentale de la sensibilité tactile*, pubblicati rispettivamente nel 1896 e 1897, dove presenta un nuovo sistema di studio, basato sulle possibilità d'apprendimento del cervello e del sistema nervoso: per giungere a visualizzare il movimento ingegna un sistema che le permette di prelevare le impronte digitali mentre suona, stabilendo delle connessioni tra il gesto ed il suono prodotto. Secondo Jaëll, le impronte servono a creare delle rappresentazioni del movimento a livello cerebrale, che consentono di compiere il gesto desiderato. Sostiene che si possono scoprire le cause della modificazione del timbro grazie alla fotografia istantanea, tramite l'analisi

³⁹ Esiste però un'eccezione a questa regola, costituita da Tobias Matthay, il quale, accanto a lavori di interesse prevalentemente speculativo e scientifico, come *The Act of Touch in all diversity* (1903), *Some Commentaries on the Teaching of Pianoforte Technique* (1911), *The Fore-Arm Rotation Principle in Pianoforte* (1912), *On Method in Teaching* (1921) e *On Memorizing and Playing from Memory* 1926, scrive esercizi applicativi dei principi da lui esposti nelle opere teoriche. A questa seconda famiglia appartengono *The First Principles in Pianoforte Playing* 1905; *Relaxation Studies in Pianoforte Playing* 1908; *The Child's First Steps in Pianoforte Playing* 1912; *The Problems of Agility* 1918.

dell'azione complessa dei martelli; verifica che il contatto tra il martello e la corda presenta delle differenze notevoli a seconda che la sonorità sia gradevole o meno. Secondo l'Autrice ci si deve basare su queste differenze per produrre degli attacchi che provochino un'azione favorevole del martello sul timbro.⁴⁰ Nello studio del tocco le differenti percezioni del contatto tra il dito e il tasto modificano in larga parte la sonorità: essa diminuisce quando si attacca il tasto con la falangetta rivolta verso l'interno della mano, in modo da affondarlo con la punta del polpastrello e arriva, invece, al suo massimo, quando l'attacco si realizza tramite l'appoggio di tutta la falangetta. Jaëll considera due tipi di azione motrice del dito. Il primo consiste nell'appoggiare, al momento dell'attacco, quasi tutta la falangetta sul tasto e via via nel diminuirne gradualmente l'ampiezza del contatto tramite uno scivolamento; nel secondo tipo di azione motrice del dito, l'attacco cominciato sull'estremità del polpastrello termina, con l'aiuto di uno scivolamento del dito, con il contatto dell'intera falangetta. La sonorità ottenuta con la flessione della falange (I tipo) è infatti più vellutata, ampia e rotonda; il tocco realizzato tramite l'estensione (II tipo) è più preciso nell'emissione del suono e più rapido nella chiusura. La capacità di mescolare i due tocchi consente la diversificazione delle sonorità. Jaëll ha delle intuizioni straordinarie riguardo al rapporto tra il tocco e il timbro, ma il mezzo a sua disposizione, la fotografia istantanea, ritrae solo una frazione dell'immagine in movimento⁴¹ selezionata dalla persona che aziona la macchina e non consente di comprendere in maniera completa l'azione motoria.

I molteplici stimoli contenuti nei lavori di Marie Jaëll non saranno sviluppati dalla scuola francese. A lei seguirà Isidor Philipp, famoso pianista, insegnante ed editore musicale che per anni insegna al Conservatorio di Parigi e poi al Conservatorio americano di Fointanebleau, tra i cui studenti più famosi annovera Aaron Copland e Guiomar Novaes. Le idee principali del suo insegnamento, raccolte nella *Complete School of technique for the Pianoforte* del 1908, si riflettono anche nelle edizioni musicali e soprattutto nel suo lavoro pedagogico finalizzato a creare una solida tecnica. *Complete School* è essenzialmente un volume di esercizi di dita con poche spiegazioni, accompagnato da abbondanti

⁴⁰ M. JAËLL, *La musique et la Psychophysiologie*, Paris, Alcan 1896, pp. 38-40.

⁴¹ Già nel 1851 W. H. F. Talbot, utilizzando come fonte di luce la scintilla provocata dalla scarica di una serie di bottiglie di Leida, riuscì a realizzare delle immagini con un tempo di posa dell'ordine del milionesimo di secondo. Questa tecnica venne dapprima applicata alla balistica e le prime immagini di un proiettile in volo risalgono al 1885 e sono dovute a E. Mach; nel 1896 si osservò per la prima volta l'onda d'urto che si propaga insieme a un proiettile che si muove a elevata velocità.

indicazioni pratiche sulla diteggiatura. Philipp s' inserisce ancora della tradizione ottocentesca del "metodo" quando per aumentare la flessibilità e l' indipendenza delle dita suggerisce una varietà di esercizi che richiedono di tenere abbassati alcuni tasti e di ripetere gli altri con le rimanenti dita. L' originalità del suo apporto risiede, invece, nell' approccio scientifico agli esercizi preparatori che precedono la sezione delle scale.

In area inglese il primo a cercare una "nuova via" nella didattica pianistica è Tobias Augustus Matthay, per il quale ogni singolo suono deve essere prodotto da una volontà musicale unita ad una muscolare. La preoccupazione del didatta inglese è quella di comprendere le leggi del funzionamento dell' esecuzione, e per far ciò parte dalla meccanica del pianoforte. Le sue teorie non costituiscono un metodo per suonare, sono piuttosto dimostrazioni e spiegazioni tecniche che, se acquisite, conducono a padroneggiare lo strumento. Nel suo lavoro cardine, *L' arte del tocco nel suonare il pianoforte*,⁴² l' autore propone un sistema razionale d' educazione che consiste nell' analisi dell' oggetto da insegnare, nella seguente deduzione delle regole e leggi che presiedono alla riuscita dell' esercizio; e finalmente, nella comunicazione diretta ed immediata di tali leggi al discepolo. Matthay ritiene che la strada anatomica sia impraticabile, poiché è impossibile provocare psicologicamente e fisiologicamente la diretta contrazione muscolare. Osserva che solo tramite le sensazioni avvertite durante l' atto esecutivo si possa risalire al gesto che le ha provocate, e quindi creare delle abitudini. Secondo Matthay l' «Arte del Tocco» consiste nella padronanza dei mezzi di espressione cui si giunge attraverso la razionalizzazione del tocco che organizza in tre grandi famiglie suddivise, a loro volta, in altre quarantadue specie classificate in base all' azione muscolare e non alla reazione acustica. Riassumo le sue classificazioni attraverso le seguenti tavole.

⁴² *Ivi*, pp. 577-598.

Tav. 1 riassuntiva dei tocchi e delle azioni possibili secondo Tobias Matthay

Specie di tocco	PRIMA SPECIE	SECONDA SPECIE	TERZA SPECIE	
			Iniziata con il peso	Iniziata muscolarmente
Azione	Prodotta dalle sole dita con mano rilasciata e braccio sostenuto dai suoi muscoli	Prodotta dall'azione della mano dietro a quella delle dita, con il braccio sostenuto	Prodotta dall'abbandono del peso, dietro le azioni del dito e della mano	
Movimenti permessi	Tocco di sole dita	Tocco di dita e di mano (o di polso)	Tocco di dita, di mano e di braccio	

Tav. 2 Classificazione dei tocchi secondo Matthay

Staccato

DENOMINAZIONE	REALIZZAZIONE
I Specie di staccato di dita	Uso della I specie di tocco con dita curve
II Specie di staccato di dita	Uso della II specie di tocco con dita curve
III Specie di staccato di dita	Uso della terza specie di tocco, nella forma di tocco di peso, con dita curve
IV Specie di staccato di dita	Uso della terza specie di tocco, nella forma di tocco muscolare, con dita curve
V Specie di staccato di dita	Uso della I specie di tocco con dita piatte
VI Specie di staccato di dita	Uso della II specie di tocco con dita piatte
VII Specie di staccato di dita	Uso della terza specie di tocco, nella forma di tocco di peso, con dita piatte
VIII Specie di staccato di dita	Uso della terza specie di tocco, nella forma di tocco muscolare, con dita piatte
I Specie di staccato di mano	Uso della II specie di tocco con dita curve

II Specie di staccato di mano	Uso della III specie di tocco nella forma iniziata di peso, con dita curve
III Specie di staccato di mano	Uso della III specie di tocco nella forma iniziata muscolarmente, con dita curve
IV Specie di staccato di mano	Uso della II specie di tocco con dita piatte
V Specie di staccato di mano	Uso della III specie di tocco nella forma iniziata di peso, con dita piatte
VI Specie di staccato di mano	Uso della III specie di tocco nella forma iniziata muscolarmente, con dita piatte
I Specie di staccato di braccio	Uso della terza specie di tocco nella forma iniziata di peso, con dita curve
II Specie di staccato di braccio	Uso della III specie di tocco nella forma iniziata muscolarmente, con dita curve
III Specie di staccato di braccio	Uso della terza specie di tocco nella forma iniziata di peso, con dita curve
IV Specie di staccato di braccio	Uso della III specie di tocco nella forma iniziata muscolarmente, con dita curve

Legato

DENOMINAZIONE	REALIZZAZIONE
I Specie legato di dita	Uso della I specie di tocco con dita curve
II Specie legato di dita	Uso della II specie di tocco con dita curve
III Specie legato di dita	Uso della terza specie di tocco, nella forma di tocco di peso, con dita curve
IV Specie legato di dita	Uso della terza specie di tocco, nella forma di tocco muscolare, con dita curve
V Specie legato di dita	Uso della I specie di tocco con dita piatte
VI Specie legato di dita	Uso della II specie di tocco con dita piatte
VII Specie legato di dita	Uso della terza specie di tocco, nella forma di tocco di peso, con dita piatte
VIII Specie legato di dita	Uso della terza specie di tocco, nella forma di tocco muscolare, con dita piatte
IX Specie legato di dita	Uso del solo peso di riposo ottenendo il <i>ppp</i> . Tenuto o legato, con le dita curve
X Specie legato di dita	Uso del solo peso di riposo ottenendo il

	<i>ppp</i> . Tenuto o legato, con le dita piatte
I specie del tenuto di mano o di polso	Uso della II specie di tocco con dita curve
II specie del tenuto di mano o di polso	Uso della III specie di tocco nella forma iniziata di peso, con dita curve
III specie del tenuto di mano o di polso	Uso della III specie di tocco nella forma iniziata muscolarmente, con dita curve
IV specie del tenuto di mano o di polso	Uso della II specie di tocco con dita piatte
V specie del tenuto di mano o di polso	Uso della III specie di tocco nella forma iniziata di peso, con dita piatte
VI specie del tenuto di mano o di polso	Uso della III specie di tocco nella forma iniziata muscolarmente, con dita piatte
VII specie del tenuto di mano o di polso	Uso del solo peso di riposo ottenendo il <i>ppp</i> . Tenuto o legato, con le dita curve
VIII specie del tenuto di mano o di polso	Uso del solo peso di riposo ottenendo il <i>ppp</i> . Tenuto o legato, con le dita piatte
I Specie di tenuto di braccio	Uso della terza specie di tocco nella forma iniziata di peso, con dita curve
II Specie di tenuto di braccio	Uso della III specie di tocco nella forma iniziata muscolarmente, con dita curve
III Specie di tenuto di braccio	Uso della terza specie di tocco nella forma iniziata di peso, con dita curve
IV Specie di tenuto di braccio	Uso della III specie di tocco nella forma iniziata muscolarmente, con dita curve
V Specie di tenuto di braccio	Uso del solo peso di riposo ottenendo il <i>ppp</i> . Tenuto o legato, con le dita curve
VI Specie di tenuto di braccio	Uso del solo peso di riposo ottenendo il <i>ppp</i> . Tenuto o legato, con le dita piatte

Gli studi di Matthay non trovano una vera e propria prosecuzione, anche se alcune idee vengono portate avanti dal russo Joseph Lhevinne, uno dei primi insegnanti della Juilliard School of Music che, in un breve libro intitolato *Basic Principles in Pianoforte Playing*, pubblicato nel 1924, riassume le idee tecniche e musicali in grado di permettere al giovane pianista di raggiungere una tecnica

sufficiente. Per Lhevinne è necessario possedere buone conoscenze armoniche e allenare l'orecchio al riconoscimento dei suoni. Concentra il suo studio sulla produzione del suono e osserva essere «un assioma dire che se la superficie più piccola della prima falange del dito tocca il tasto si produce un suono duro, mentre se esso è percosso da tutto il polpastrello la sonorità sarà più cantabile. Naturalmente se si trova un passaggio che richiede un suono brillante si impiega solo la punta del dito».⁴³ Queste considerazioni sono frutto di osservazioni empiriche e percezioni, poiché Lhevinne non conduce particolari studi sulla natura sonora.

Le nuove sistemazioni della tecnica pianistica sono diffuse in Italia grazie a Bruno Mugellini, il quale dichiara in un suo articolo pubblicato nel primo numero della *Rivista Musicale italiana* del 1908, che la tecnica pianistica «non ha più fatto dei progressi in Italia da oltre un ventennio».⁴⁴ Osserva che i principali difetti della scuola italiana sono «la monotonia del tocco, la pochezza del suono [...], l'affaticamento [...] ed infine la deficienza [...] d'un repertorio di pezzi pronti ad essere suonati ad ogni richiesta».⁴⁵ Afferma poi che «da poco più di un ventennio si è andata sviluppando in Europa una scuola nuova: maestri d'ingegno hanno cercato nuove sorgenti di progressi alla tecnica pianistica. Servendosi delle cognizioni anatomiche e fisiologiche, essi hanno ragionato acutamente sulle varie manifestazioni che all'una e all'altra cosa si connettevano [...]. L'applicazione del ragionamento scientifico è per certi maestri assolutamente oziosa in cose che hanno un fine d'arte; essi disdegnano far risalire a dei ragionamenti positivi tutto ciò che all'arte si connette».⁴⁶ Mugellini analizza quindi tutte le teorie degli scienziati europei e le applica nella sua scuola, che si fonda essenzialmente sul concetto di «libera caduta», dal tedesco «frei Fall» e sull'atto di rotazione dell'avambraccio. Sull'esempio di Matthay mette in relazione un'azione motoria con una formula tecnica, individuando otto tipi di tocco:

1. **martellato**: si percuote il tasto con le dita completamente inerti, sulle quali gravita il peso dell'intero braccio; si usa per sonorità molto potenti;
2. **martellato lieve**: si percuote il tasto con le dita completamente inerti, su cui gravita il peso della sola mano;

⁴³ J. LHEVINNE, *Basic Principles in Pianoforte Playing*, New York, Dover Publications 1972, p. 12.

⁴⁴ B. MUGELLINI, *Nuovi sistemi fondamentali della tecnica pianistica*, «Rivista musicale italiana», XV, 1908, pp. 140-159: 140.

⁴⁵ *Ibidem*.

⁴⁶ *Ivi*, p. 142.

3. **non legato**: il punto di riposo delle dita è sul fondo del tasto; questo tocco è prodotto dall'articolazione delle dita cui si aggiunge il peso del braccio;
4. **staccato per mezzo delle vibrazioni del braccio a dita inerti**; il riposo avviene sulla superficie della tastiera;
5. **staccato tramite una lieve articolazione delle dita** sulle quali gravita il peso della mano; il riposo avviene sulla superficie del tasto;
6. **staccato per mezzo della sola articolazione delle dita senza alcun aiuto di peso**; consiglia questo tocco per produrre dei suoni leggerissimi;
7. **legato assoluto**: tocco cantabile con le dita aderenti ai tasti su cui agisce il peso del braccio;
8. **cantabile**: in questo tocco l'effetto del legato è ottenuto tramite il pedale di risonanza, mentre ad ogni percussione il dito abbandona il tasto.

Secondo Mugellini gli esecutori d'alto livello devono saper variare il suono, anche tramite l'impiego del peso del braccio. Questa ed altre affermazioni provocano accese discussioni tra i maestri italiani, in particolare tra quelli appartenenti alla "scuola napoletana", cui Mugellini non può ribattere perché muore. Toccherà ad Attilio Brugnoli riaprire questo dibattito.

1.2.1. La fisiologia del movimento pianistico: Friedrich Adolf Steinhausen

La scuola tedesca ha nelle vicende appena presentate un ruolo propulsivo: tutte le idee sul trasferimento di peso e sulla rotazione dell'avambraccio provengono in particolar modo dalle opere di Breithaupt e Steinhausen. Della vita di Friedrich Adolf Steinhausen si sa veramente poco. Nasce a Potsdam, il 13 luglio 1859 e muore a Boppard, il 23 luglio 1910. È una figura poliedrica: suona discretamente il violino e nel 1908 si laurea in medicina a Berlino. Attraverso i suoi scritti promuove la moderna fisiologia del movimento, tanto da pubblicare nel 1899 le *Studien über Schultergelenkbewegungen*. Sei anni dopo scrive *Über die physiologischen Fehler und die Umgestaltung der Klaviertechnik*, dove analizza acutamente le funzioni fisiologiche necessarie all'esecuzione; una corretta comprensione della sua opera esige, infatti, notevoli conoscenze fisiologiche, poiché, il musicista-fisiologo, soffermandosi in particolare sui legami tra volontà ed azione, propugna una tecnica cosciente.

Über die physiologischen Fehler si articola in due parti: nella prima, suddivisa in sei capitoli, Steinhausen, dopo aver presentato alcune osservazioni generali sulla didattica pianistica e dissertando su i vari errori in cui spesso si

incorre, giunge ad illustrare la sua concezione e i suoi studi; nella seconda, costituita da 85 “Note”, commenta i risultati altrui. Nella seguente presentazione del metodo ho ritenuto opportuno fondere e integrare le due parti, in quanto, come sostiene Steinhausen stesso, la seconda ha lo scopo di sostenere e approfondire la prima.

Nel primo capitolo, *Osservazioni generali*, organizzato in dodici paragrafi, Steinhausen s’interroga sul perché gli artisti che dispongono di una buona tecnica non siano in grado di insegnarla. A suo avviso esiste un profondo divario tra la teoria e la prassi, poiché i musicisti suonano in modo completamente diverso rispetto a quanto è prescritto nei trattati. Ciò avviene perché l’insegnamento si basa ancora sull’imitazione: «all’allievo si offre la stessa strada percorsa dal maestro, cioè quella dell’intuizione artistica».⁴⁷ La soluzione, secondo l’autore, consiste nel far diventare il pianista oggetto di studio, osservarlo nelle sue più perfette esecuzioni per dedurne le leggi, dal momento che questi ricerca inconsapevolmente i movimenti più ragionevoli per eseguire un dato passaggio nella maniera più naturale possibile. È quindi impossibile insegnare al corpo, ma solo imparare da esso. Nel secondo paragrafo afferma: «il movimento del tocco pianistico è uguale a tutti gli altri movimenti ed è sottoposto alle stesse leggi»; è la scienza fisiologica la sola a poter scoprire le leggi della tecnica strumentale. Ammette che comunque tale strada è già stata percorsa da altri prima di lui. Secondo Steinhausen il primo ad aver affrontato il problema scientificamente è F. Horace Clark-Steiniger, con *Die Lehre des einheitlichen Kunstmittels beim Klavierspiel*. Pare che ad offrirgli lo stimolo sia stato il suo maestro Deppe, il quale aveva spronato molti dei suoi studenti, quali Klose, Caland, Söchting, Bandmann, ad approfondire lo studio della fisiologia. Steinhausen osserva che Deppe e i suoi allievi si interrogavano continuamente sulla fisiologia, mettendo sempre in correlazione la corretta tecnica e il suono armonioso. Ricordando che un allievo di Deppe, Hermann Klose,⁴⁸ aveva fornito un’ulteriore elaborazione delle sue idee relativamente alla “caduta libera” delle dita e della mano, che «deve essere compiuta senza sforzo muscolare volontario, con la soppressione di qualsiasi espressione della volontà»⁴⁹ sostiene come ciò sia impossibile.

⁴⁷ F. A. STEINHAUSEN, *Über die physiologischen Fehler und die Umgestaltung der Klaviertechnik*, Leipzig, Breitkopf & Härtel 1905, p. 2.

⁴⁸ H. KLOSE, *Die Deppesche Lehre des Klavierspiels*, Heroldschen Buchhandlung, Berlin 1886.

⁴⁹ STEINHAUSEN, *op. cit.*, p. 102.

Steinhausen giudica poi i lavori di Elisabeth Caland⁵⁰ poco chiari e non approfonditi sul piano fisiologico; a suo modo di vedere, l'autrice era all'inizio un'interprete entusiasta del pensiero di Deppe, dal quale si è tuttavia allontanata nel corso del tempo per approdare a posizioni assai distanti e per tentare di arrivare alla chiarezza grazie all'ausilio della fisiologia. Il progresso più sostanziale rispetto alle idee di Deppe è l'ammissione della compartecipazione della spalla e della schiena all'attacco del tasto.

Steinhausen presenta altri studi di interesse fisiologico, scritti da musicisti in parte anteriori alla scuola di Deppe, come Christian Louis Heinrich Köhler,⁵¹ Adolph Kullak,⁵² Heinrich Ehrlich,⁵³ Albert Werkenthin,⁵⁴ Iulius Knorr,⁵⁵ Heinrich Germer.⁵⁶ Una menzione particolare la dedica a Tony Bandmann e a Rudolf Maria Breithaupt. In particolare di quest'ultimo dice: «il tentativo di Breithaupt è un esempio significativo di come ogni lavoro dei musicisti porti soltanto a metà strada se non è sostenuto dai fisiologi professionisti. Il suo lavoro non è sufficientemente pervaso dalla sobrietà e linearità, né dal rigore tipici del pensiero fisiologico. Egli insiste, con il suo caratteristico temperamento, sulla necessità di affrancarsi dalla vecchia tecnica digitale, ma è evidente che non è in grado di staccarsene completamente. La sua definizione della tecnica lo dimostra chiaramente: “La tecnica non è altro che un movimento controllato, fisiologicamente corretto ed eseguito con precisione, di determinati muscoli. Dunque soltanto un movimento corretto e preciso rende possibile la tecnica, e non le migliaia di esercizi, scale e studi”. La tecnica unilaterale e isolata delle dita immediatamente accanto alla giustissima idea della liberazione da tutti gli infiniti esercizi digitali! Per Breithaupt la tecnica non è una mera questione di muscoli estensori, bensì “di natura psicofisiologica, una questione di peso sciolto,

⁵⁰ E. CALAND, *Die Deppesche Lehre des Klavierspiels*, Stuttgart, Ebenersche Musicalienhandlung 1902; *Armbewegungen beim künstlerischen Klavierspiel*, Magdeburg, Heinrichshofen's Verlag 1919.

⁵¹ L. H. KÖHLER, *Grosse Klavierschule op. 134*, 3 vols, Zimmermann, Leipzig 1887.

⁵² A. KULLAK, *Die Aesthetik des Klavierspiel*, Pubblicazione: Brachvogel & Ranst, Berlin 1889.

⁵³ E. HEINRICH, *Wie übt man am Klavier? Betrachtungen und Rathschläge*. M. Bahn Verlag, Berlin, 1879.

⁵⁴ A. WERKENTHIN, *Die Lehre von Klavierspiel. Lehrstoff und Methode*, Carl Simon, Berlin 1889.

⁵⁵ I. KNORR, *Methodischer Leitfaden für Clavierlehrer*, Lipsia 1875.

⁵⁶ H. GERMER, *Die musikalische ornamentik : didaktisch-kritische abhandlung uber das gesamte altere wie neuere verzierungswesen mit besonderer berucksichtigung des klavierspieles*, C. T. Leede, Leipzig 1891; *La tecnica del pianoforte op. 28*, F. Hofmeister, Lipsia 1914.

leggerezza, dondolio”. Ma come conciliare e unire tutto ciò?». ⁵⁷

Secondo Steinhausen, il problema degli autori sopra citati, tranne Bandmann, è l’incapacità di liberarsi dalla tecnica di dito e questo è, a suo avviso, il difetto più grande dell’esecuzione pianistica. Alcuni sono arrivati ad ammettere, pur entro certi limiti, l’uso della mano o addirittura dell’avambraccio e sono pervenuti alla “caduta libera” non solo del dito, bensì della mano o dell’avambraccio, iniziando così ad intuire l’importanza del *peso*. Tuttavia concepiscono la caduta del dito o della mano come un processo fisico, mentre per Steinhausen si tratta di un processo meccanico-fisiologico, di un movimento oscillatorio; perciò l’aiuto può venire, a suo avviso, solo da fisiologi che siano al contempo musicisti dilettanti. Nel quinto paragrafo, Steinhausen sostiene che la tecnica soffre delle conseguenze di una ginnastica volta all’allenamento unilaterale dell’apparato motorio. Le scuole tradizionali pensano di ottenere tutto il potenziale sonoro del pianoforte con le sole dita, mentre, secondo l’autore, «dovremmo tentare di dimostrare che la sola tecnica del dito non è in grado di produrre la forza necessaria e che rende più difficile il legamento reciproco dei toni. Se un riverbero più lungo, su cui si basa un legato pieno e sonoro, è possibile solo in presenza di una maggior sonorità, allora il livello sonoro e il legato sono connessi insolubilmente, sia musicalmente sia fisicamente. Qui si nasconde tutto il segreto del tocco corretto». ⁵⁸

Steinhausen inizia a presentare le sue idee sulla tecnica e ad indicare gli errori in cui incorrono le altre scuole. La tecnica è per lui il prodotto degli «organi attivi della volontà» ⁵⁹ correlati indissolubilmente con l’intenzione artistica. Il raggiungimento di tale obiettivo passa dall’apprendimento, che è impensabile senza esercizio. A tal proposito osserva che per comprendere la tecnica bisogna conoscere la sostanza dell’esercizio fisiologico, riferendosi ad un famoso discorso tenuto nel 1881 dall’eminente fisiologo, fondatore della moderna elettrofisiologia, Emil Heinrich du Bois Reymond, ⁶⁰ in occasione dell’anniversario dell’Istituto di formazione in Medicina militare. Du Bois Reymond sostiene che l’esercizio è un processo psicofisico, in cui il movimento avviene intellettualmente. Secondo

⁵⁷ STEINHAUSEN, *op. cit.*, p. 104.

⁵⁸ *Ivi*, p. 6.

⁵⁹ *Ivi*, p. 7.

⁶⁰ Emil Heinrich du Bois-Reymond fu un celebre fisiologo e matematico del XIX secolo, nonché fondatore dell’elettrofisiologia: introduce infatti in fisiologia un elettrostimolatore a slitta, con cui fu possibile descrivere e studiare i principi fondamentali della fisiologia neuromuscolare e definirne le leggi, tra cui quella del potenziale di azione elettrico dei nervi. Il discorso cui si riferisce Steinhausen è contenuto nel suo libro, *Über die Übung*, Berlino 1881.

Steinhausen, i difetti della tecnica pianistica derivano proprio dalla mancata comprensione di questo concetto: troppo spesso si ha la tendenza a sostituire «una ginnastica dei muscoli e delle articolazioni ad un movimento controllato intellettualmente, a ridurre l'esercizio a un processo puramente meccanico e a sganciare così la tecnica dall'arte per renderla fine a se stessa. È ovvio che in tal modo si perdono di vista gli obiettivi propri dell'arte». ⁶¹

L'autore sostiene che «chi non conosce il proprio strumento di lavoro, non può farne l'uso corretto né, a maggior ragione, insegnarlo». ⁶² Ciò che manca nei trattati precedenti è la comprensione della «natura psichica della vera tecnica e dei due fenomeni fisiologici fondamentali per il pianismo: la rotazione dell'avambraccio e il movimento di slancio». ⁶³ L'uso consapevole di questi elementi non deve però impedire la naturalezza del suonare. «Così si potrà imparare solo ciò che il corpo estrae da se stesso, dall'unità originale dell'arte e della tecnica». ⁶⁴ Presenta, quindi, i due punti su cui verte la prosecuzione del suo lavoro: il primo si rivolge contro i grandi errori della tecnica e il secondo ai nuovi studi i cui autori vengono salutati come «alleati nella lotta contro l'invecchiata tecnica». ⁶⁵

Nel secondo capitolo espone le *False opinioni sul tocco pianistico*, prima fra tutte la questione del timbro. A suo avviso, il principale errore consiste nel credere che è possibile ottenere vari timbri usando vari tipi di tocco. Riguardo al concetto di "tocco" osserva: «Si parla indifferentemente del suono, del tocco e dell'attacco quasi significassero la stessa cosa. Nel senso figurato utilizzato in questa sede, il suono ha un significato completamente diverso da quello sottinteso nell'ambito dell'acustica; nel linguaggio musicale assume sfumature diverse, a seconda dell'artista, della scuola pianistica o della concezione artistica, in ogni caso però relative ad un fatto spirituale, perfino ad un elemento creativo. Quest'ultimo è ancora più presente nel termine 'tocco'. S'immagini che l'artista plasmi il suono datogli dallo strumento, secondo le sue ispirazioni ed intenzioni artistiche, che sia in grado di versare la sua anima in un'unica sonorità e che quest'ultima possa, a sua volta, irradiare quell'animazione spirituale e risultare così nobile, grande, calda, intima ecc., o essere insomma descritta in termini puramente espressivi». ⁶⁶ A suo avviso, tutto ciò sarebbe vero se lo strumento

⁶¹ STEINHAUSEN, *op. cit.*, p. 6.

⁶² *Ivi*, p. 8.

⁶³ *Ivi*, p. 10.

⁶⁴ *Ibid.*

⁶⁵ *Ivi*, pp. 10-11.

⁶⁶ *Ivi*, p. 22.

permettesse all'artista un'impostazione personale del suono, come avviene per gli strumenti ad arco. Osserva che nel pianoforte, l'oscillazione della corda viene provocata dallo stesso martelletto azionato dalla meccanica, il quale colpisce sempre nello stesso punto e con lo stesso peso. Per Steinhausen «il timbro dipende sostanzialmente dal rivestimento – in pelle o in feltro – del martelletto; se quest'ultimo è troppo spesso e morbido, il suono diventa scuro e sordo; se è invece troppo duro, il timbro sarà acuto e squillante. La regolazione dell'altezza di tutti i tasti è uno dei compiti più importanti dei costruttori di pianoforti».⁶⁷

Critica, quindi, una serie di studiosi che sostengono la varietà del timbro nel pianoforte, primo fra tutti Germer, il quale sostiene che la commozione, l'intima partecipazione nervosa del suonatore e la delicata sensazione ai polpastrelli possano influire sulla varietà di tocco e quindi di timbro. Secondo Steinhausen, Germer, nel suo *Manuale del tocco per il pianoforte*, pubblicato nel 1896, stravolge l'analisi di Helmholtz riguardo l'origine degli armonici determinati dal punto d'impatto scelto dal costruttore dello strumento. Germer pensa perciò che la creazione degli armonici possa essere condizionata da un particolare modo di attacco utilizzato dal suonatore. Secondo Steinhausen, Germer è un validissimo didatta, ma non è uno scienziato, poiché crede che la presenza di armonici – e, di conseguenza, anche il timbro della nota fondamentale – dipenda dalla pressione permanente del dito sul tasto. Germer ritiene, inoltre, che utilizzando un tocco di pressione, il martelletto si poggi sulla corda in maniera diversa rispetto ad un tocco di attacco.⁶⁸ Steinhausen aborrisce tale idea, poiché a suo avviso è possibile modificare solo l'intensità del suono: «“Pianoforte” è perciò la migliore denominazione possibile del nostro strumento».⁶⁹ A conferma della sua teoria, nella “Nota” n. 34, chiama in causa diversi personaggi fra cui A. F. Christiani,⁷⁰ secondo il quale il pianista non può cambiare nulla su un tono emesso e gli unici mezzi espressivi a sua disposizione sono gli accenti, l'andamento ritmico e le differenze dinamiche. Steinhausen osserva che i vantaggi e i limiti del pianoforte come strumento musicale (per esempio la durata limitata del suono o l'impossibilità del crescendo d'una sola nota) sono spesso ricordati dalla letteratura; quasi sempre manca però la menzione del suo difetto fondamentale, cioè l'impossibilità di modificare il timbro dopo l'attacco. Sostiene che secondo

⁶⁷ *Ivi*, p. 29.

⁶⁸ Cfr. STEINHAUSEN, *op. cit.*, p. 111.

⁶⁹ *Ivi*, p. 18.

⁷⁰ Cfr. A. F. CHRISTIANI, *Das Verständnis im Klavierspiel*, Leipzig, Breitkopf & Härtel 1886, p. 14.

Karl Raphael Hennig⁷¹ l'unico difetto del pianoforte è l'impossibilità di produrre un crescendo con un solo suono, mentre Johann Christian Friedrich Schneider⁷² mette in guardia dalle illusioni sulle capacità timbriche del pianoforte e afferma che il difetto principale è la rigida immodulabilità del tono.

Per Steinhausen, il 'timbro' è ciò che distingue suoni della stessa altezza prodotti da strumenti diversi, dove tale differenza è determinata dal modo e dalla misura in cui gli armonici si uniscono alla nota fondamentale; secondo Engel ed Essen⁷³ l'intensità sonora è in grado di produrre certe modulazioni timbriche, che secondo Steinhausen sarebbe meglio definire come sfumature timbriche, dovute alle minime variazioni dell'intensità degli armonici. Nella "Nota" 38 osserva che il termine 'Tonbildung' (lett. 'creazione del suono', normalmente tradotto 'tocco') viene continuamente frainteso, tanto che anche i costruttori di pianoforti sono spesso incerti se la qualità del suono possa essere modificata da un singolo tasto. Se il tasto può essere attaccato in modi diversi, anche il meccanismo della tastiera dovrebbe, di conseguenza, essere in grado di muoversi in vari modi per elaborare e trasmettere la diversità del tocco. Ciò sarà però confutato da qualsiasi costruttore di pianoforti che insisterà invece sulla precisione del meccanismo e sull'assoluta uniformità dei suoi movimenti.

Nel capitolo terzo, *Riconoscimento dell'esercizio fisiologico come base della tecnica*, Steinhausen affronta il problema dell'esercizio fondamento della tecnica, per comprendere il quale è necessario capirne la fisiologia. Osserva che i movimenti utilizzati durante l'esecuzione pianistica appartengono alla vita di ogni uomo, seppure usati con finalità diverse, e ciò che li differenzia dagli altri è appunto solo la finalità. «L'esercizio è in primo luogo un lavoro intellettuale, un apprendimento»,⁷⁴ un adattamento a un certo scopo, che coinvolge tutti i tessuti in misura differenziata. Dal momento che tutti i movimenti provengono dal cervello, è certo il suo ruolo fondamentale nell'esercizio, in quanto esso è «un processo prevalentemente psichico, un'elaborazione intellettuale e una memorizzazione delle esperienze e dei ricordi tratti dal proprio corpo».⁷⁵

Steinhausen descrive quindi il meccanismo dell'azione muscolare come molteplice adattamento alle esperienze: «La forma dei muscoli e la struttura delle articolazioni sono messe in una precisa relazione e la forza di contrazione

⁷¹ Cfr. R. HENNIG, *Einführung in den Beruf des Klavierlehrers*, Leipzig 1903, p. 182.

⁷² Cfr. J. C. F. SCHNEIDER, *Musik, Klavier und Klavierspiel*, Leipzig 1884, p. 3; *Elementarübungen im Pianoforte-Spiel*, Leipzig 1826.

⁷³ Cfr. ENGEL/ESSEN, *Über den Begriff der Klangfarbe*, Halle 1886.

⁷⁴ *Ivi*, p. 26.

⁷⁵ *Ivi*, p. 27.

organica è inoltre impostata in base alle forze inorganiche, al peso, all'elasticità, all'attrito, dal precedente sviluppo del corpo. Ciò vale per ogni grado della prestazione muscolare, da quella minima a quella massima. Ciascuno degli innumerevoli impulsi di volontà che inducono il muscolo alla contrazione per uno scopo preciso, contribuisce ad impostare i muscoli, le articolazioni e le ossa in un determinato rapporto di dipendenza della forza e della forma. Il nostro organismo porta in tal modo l'impronta di un adattamento infinitamente vario sia alla natura e alle sue forze sia ai propri organi. Una parte di questi adattamenti è ovviamente innata, l'altra acquisita durante lo sviluppo». ⁷⁶ A questo punto interviene l'esercizio.

L'autore osserva poi che nella creazione del processo motorio intervengono contemporaneamente tre fattori: volontà, movimento e percezione. Analizza dettagliatamente i diversi tipi di percezione, suddividendole in percezioni sensoriali della pelle, della tensione dei tessuti, di pressione, posizione delle articolazioni, e delle contrazioni muscolari. Tali percezioni ci rendono coscienti, in maniera permanente, soltanto dell'obiettivo del movimento. Critica quindi fortemente Marie Jäell, poiché considera le percezioni tattili dei polpastrelli come un qualcosa di interiorizzato consapevolmente: «Aumentare la sensibilità tattile avrebbe senso soltanto se volessimo ottenere informazioni più precise sulla struttura della superficie di un oggetto; ciò si verifica, per esempio, nel caso dei non vedenti che sono costretti a raffinare il loro tatto. La superficie del tasto è però assolutamente indifferente e dunque non si può parlare del tatto, così spesso invocato dai teorici del pianoforte». ⁷⁷ Steinhausen afferma che sfortunatamente per la nostra libertà interiore, tutte le percezioni necessarie per il controllo motorio avvengono inconsapevolmente e quindi è inutile rendere consapevole ciò che è inconscio.

Steinhausen nota che il movimento pianistico è un atto complesso, poiché coinvolge diversi gruppi muscolari e l'organizzazione delle singole azioni che lo costituiscono è un processo psichico. A suo avviso è, quindi, inutile descrivere il movimento indicando i muscoli che lo compiono, poiché «la scelta dei muscoli opportuni o delle loro parti avviene in totale inconsapevolezza». ⁷⁸ In questa scelta si compie l'esclusione di tutti i muscoli inopportuni che inizialmente tendono a partecipare. L'apprendimento parte, quindi, da un iniziale spreco di forza, per approdare alla tecnica fine. È necessario «lasciare gli arti liberi, non trattenere o

⁷⁶ *Ivi*, p. 28.

⁷⁷ *Ivi*, p. 32-33.

⁷⁸ *Ivi*, p. 34.

fissare ansiosamente nulla poiché il corpo, se lasciato libero, trova la sua strada da sé e con una sicurezza tale che neanche uno snaturamento o una violenza potrà deviarlo dal suo obiettivo». ⁷⁹ Con ciò non intende un libero arbitrio, bensì sostiene che il corpo segue le proprie leggi e di conseguenza l'esercizio non serve per allenare i muscoli, bensì la mente.

Nel quarto capitolo, *L'uso erroneo della ginnastica muscolare e articolare nella tecnica pianistica*, Steinhausen rileva dei difetti ricorrenti nelle varie scuole pianistiche relativi all'idea dell'esercizio inteso come ginnastica muscolare. Tali difetti si manifestano nel rendere l'apparato motorio muscoloso, flessuoso, nell'isolare le singole membra e conferendo indipendenza e uguaglianza alle cinque dita. Rintraccia l'origine dell'esercizio digitale ginnico nel periodo a cavallo tra il '700 e l'800. L'introduzione della ginnastica nel pianoforte sarebbe avvenuta con gli esercizi di August Eberhard Müller e poi, sotto l'influenza della ginnastica correttiva svedese, l'esercizio e lo sviluppo unilaterale delle dita e dei singoli muscoli cominciarono a far parte del patrimonio comune dei musicisti e dilettanti. Trova che l'apice di tale ginnastica applicata al pianoforte è avvenuta negli anni '60 con Jackson. Tali idee hanno creato danni inimmaginabili, poiché l'obiettivo della ginnastica sportiva e correttiva è lo sviluppo dei muscoli per ottenere una maggiore forza e volume e non la graduazione dei movimenti e il coordinamento muscolare. Sempre nel famoso discorso citato sopra, du Bois-Reymond sostiene che la ginnastica è in grado di rafforzare i muscoli, ma fallisce nel rendere i movimenti composti più fluidi. ⁸⁰ Si incorre di conseguenza in un altro errore: la denominazione dei fasci muscolari che intervengono durante l'azione è utile, in quanto non migliora l'esecuzione del movimento.

L'altro errore si manifesta nel rendere le dita e le articolazioni più "flessuose". Per ottenere ciò si aumenta l'escursione dell'articolazione piegandola in eccesso. Jackson ricorre a dei bastoni che divaricano le dita. Steinhausen crede che gli esercizi di estensione e allungamento delle articolazioni rendono alla fine la mano più rigida e sono quindi inutili oltre che dannosi. «Il vero "rendere flessuoso" consiste nell'eliminazione dell'azione muscolare eccessiva. Ciò è però un processo squisitamente psichico». ⁸¹ Usa il termine 'flessuosità' in riferimento sia ad una maggiore estensione spaziale, sia a una mobilità più rapida. Secondo Steinhausen, per aumentare la velocità bisogna ridurre l'iniziale spreco rappresentato dagli inutili movimenti secondari.

⁷⁹ *Ivi*, p. 36-37.

⁸⁰ *Ivi*, p. 43-44.

⁸¹ *Ivi*, p. 46.

Steinhausen individua un ultimo errore nell'immobilità che deriva essenzialmente da altre false idee sull'esecuzione pianistica, come lo sviluppo dell'indipendenza digitale. Nota che secondo una legge meccanica, ad ogni pur minimo movimento partecipano tutte le membra, fino al più lontano punto d'appoggio fisso. Ogni parte dell'arto superiore è agganciata ad un punto mobile nello spazio e, quindi, il nostro corpo dà forma ad un meccanismo perfetto in cui ogni movimento, sia pure di una singola falange, viene coadiuvato anche dai muscoli della spalla e del braccio. Secondo Steinhausen la partecipazione dei muscoli della spalla ad ogni movimento è necessaria proprio per sfruttare la potenza di questa grande massa. È insensato voler ottenere, con il massimo sforzo dei muscoli digitali deboli, la stessa prestazione che potrebbe essere prodotta quasi senza sforzo dalla coazione dei grandi muscoli del braccio e della spalla. Il rendimento è in relazione all'aumento di massa corporea coinvolta nell'atto esecutivo, perché maggiore è la massa muscolare impiegata, minore è la fatica, in quanto essa viene divisa tra i vari muscoli.

Dedica il capitolo quinto, *Valutazione errata delle basilari forze fisiologiche e delle forme di movimento nella tecnica*, all'esame di un'altra serie di errori della tecnica pianistica, dovuti all'inesatta comprensione dei seguenti movimenti e forze fisiologiche:

1. l'elasticità: i musicisti comunemente credono che l'attacco del tasto dovrebbe essere elastico, evitando la rigidità e l'uso dei muscoli impropri al movimento. Secondo Steinhausen l'attacco del dito non influisce assolutamente sul tasto e quindi «la forza elastica presente nel braccio, nella mano o nel dito non può essere né modificata volontariamente o attraverso un movimento ricercato, né sfruttata qui o là. Possiamo colpire il tasto tanto elasticamente quanto non elasticamente, ma nessuno può essere accusato di tocco non elastico»;⁸² a suo avviso le forze elastiche intrinseche della muscolatura, dei tendini sono destinate unicamente al bilanciamento interno delle forze;
2. il peso come forza ausiliare dell'attacco: afferma che il primo ad averlo introdotto è Deppe il quale sosteneva di ottenere dalla libera caduta qualunque tipo di suono. Osserva che Tony Bandmann⁸³ parte da minuziose osservazioni dei movimenti del braccio e della spalla e giunge ad osservare che la base di ogni attacco è il lancio. Secondo l'autore, se il pianista lascia

⁸² *Ivi*, p. 61.

⁸³ Cfr. T. BANDMANN *Die Gewichtstechnik des Klavierspiels*, Leipzig Breitkopf und Haertel 1907.

al corpo la libertà di agire secondo le leggi naturali e se obbedisce alla natura interiore dello strumento limitando i suoi sforzi solo al momento della produzione del suono, giunge al movimento di slancio;

3. l'accorciamento muscolare, a seconda della durata o dell'intensità e la rotazione dell'avambraccio: l'errore risiede nella mancata comprensione del meccanismo della contrazione muscolare: «il muscolo è capace di ogni grado di accorciamento, dalla frazione di millimetro fino ad un terzo della lunghezza dei suoi fasci, per una qualsiasi durata, dalla frazione di secondo fino al limite determinato dall'affaticamento. Per la tecnica sono d'importanza fondamentale proprio i movimenti brevi, rapidi e fini. In presenza di una determinata forza media la contrazione muscolare, benché di una durata minima, agisce su un segmento scheletrico mobile e libero dall'influsso delle altre forze, conferendogli un movimento accelerato la cui durata supera quella della contrazione stessa, in virtù della forza d'inerzia dell'impulso».⁸⁴

Infine affronta il problema della rotazione, importante nel disattivare le articolazioni della mano e delle dita sostituendosi ad esse e creando un collegamento tra i polpastrelli, il gomito e la spalla. Per Steinhausen, la rotazione è l'unico movimento che libera dalla tecnica di dito, perché «grazie alla struttura muscolare della spalla e del braccio ad ogni movimento accelerato della spalla si associa immediatamente e facilmente un movimento rotatorio. In questo modo la rotazione funge da mediatrice tra l'impulso proveniente dalla spalla e il movimento della mano. Ne risulta un movimento complessivo che possiede una caratteristica del tutto particolare: l'unità dell'impulso iniziale e dello svolgimento, la quale rappresenta l'esatto contrario rispetto dei movimenti isolati e "indipendenti" della tecnica utilizzata finora».⁸⁵ È esattamente questa unità che fa del movimento rotatorio il mezzo ideale della vera tecnica. Tale azione rotatoria è inoltre utile al movimento di slancio, che sarà quindi costituito dall'impulso che parte dalla spalla, dalla flessione, distensione e rotazione dell'avambraccio fino a giungere ai polpastrelli. Questo è dunque per Steinhausen il movimento complesso, dove l'impulso discendente dalla spalla interessa tutti i muscoli, fino a giungere alle dita considerate come i raggi di una ruota che si muove intorno ad un asse.

⁸⁴ STEINHAUSEN, *op. cit.*, pp. 70-71.

⁸⁵ *Ivi*, p. 75.

Nell'ultimo capitolo, *Forma base fisiologica del movimento d'attacco*, sostiene che il movimento rotatorio, per essere perfetto, deve trasformarsi nel "movimento d'attacco" costituito dallo slancio dell'intero braccio, dalla spalla in giù, unito alla rotazione dell'avambraccio con la partecipazione della mano e delle dita. Descrive dettagliatamente le condizioni muscolari di tale azione che necessita principalmente di uno stato passivo dei muscoli, da lui distinto in due fasi:

1. la sospensione passiva, durante la quale il lavoro muscolare è nullo e ogni parte dell'arto è sospesa su un'altra senza influenza della volontà, grazie alla sola struttura dei muscoli, tendini e legamenti;
2. la posa passiva, molto più frequente della prima, dove i polpastrelli poggiano sui tasti e nonostante il lavoro di sostegno dei muscoli delle dita l'esecutore ha la sensazione di rilassamento totale.

In base al grado di attività muscolare impiegata, distingue tre modi di scaricare il peso del braccio sulle dita:

1. carico massimo - intervengono tutti i muscoli con una cooperazione verso il basso;
2. carico zero - il lavoro muscolare si distribuisce equamente sull'intero braccio i cui segmenti si reggono l'uno sull'altro;
3. carico passivo o esecutivo - rappresenta la condizione normale in cui deve trovarsi il braccio tra due movimenti qualsiasi. Steinhausen lo misura matematicamente tramite l'ausilio di una bilancia a molla: «con la bilancia posizionata all'altezza della tastiera, le dita devono rimanere appoggiate passivamente al piatto, portando il peso del braccio. Questo è forse il modo più rapido per conoscere il peso che corrisponde al carico passivo, infatti, dopo alcune misurazioni è possibile ottenere un dato piuttosto preciso, sebbene variabile individualmente, com'è ovvio». ⁸⁶ Le condizioni del carico esecutivo o passivo coincidono con quelle del movimento di slancio. Questa condizione di passività fa sì che si possa reagire immediatamente alle minime sollecitazioni facendo intervenire solo i muscoli necessari.

In conclusione, Steinhausen sostiene «nessuna fissazione o fermezza, sempre e dappertutto movimenti continui e fluidi. Non è ammissibile che il movimento si fermi nell'aria o che s'interrompa: ogni trattenimento è già un ostacolo, poiché implica uno stato fermo del movimento. È sbagliato ingannare

⁸⁶ *Ivi*, p. 87.

gli allievi utilizzando immagini statiche che raffigurano la posizione da assumere. L'unico sussidio didattico accettabile potrebbe essere la raffigurazione cronofotografica (cinematografica)»,⁸⁷ Steinhausen auspica poi l'inserimento della materia "fisiologia" all'interno del percorso di studio del Conservatorio, affidandola ad uno specialista. Solo attraverso la collaborazione con specialisti è possibile ampliare le conoscenze specifiche e approfondire il rapporto tra l'arte e le scienze.

1.2.2 Peso, rotazione e naturalezza: Rudolf Maria Breithaupt

Rudolf Maria Breithaupt, nato a Braunschweig l'11 agosto del 1873 e morto a Ballenstedt il 2 aprile 1945, studia giurisprudenza a Jena, Lipsia e Berlino e musica presso il Conservatorio di Lipsia con O. Paul, S. Jadassohn, R. Teichmüller e all'Università della stessa città con Riemann e Kretzschmar. Dopo aver completato gli studi, tra il 1900 e il 1902, svolge l'attività di critico musicale a Dresda e Vienna. Nel 1903 ritorna a Berlino dove pubblica i suoi scritti sul pianoforte suscitando il malumore dei pianisti più importanti della città. Breithaupt rivolge, quindi, tutte le sue forze alla pedagogia pianistica e dal 1908 insegna presso il Conservatorio berlinese, dove rimarrà fino all'anno della sua morte.

L'opera pedagogica di Breithaupt si articola in tre volumi teorici: *Die Natürliche Klaviertechnik* pubblicato nel 1905, dove analizza il modo di suonare dei più celebri pianisti del tempo, *Die Grundlagen des Gewichtspiels*, del 1909, dedicato all'esposizione sistematica delle sue teorie didattiche, e *Praktische Studien*, in cinque volumi pubblicati tra il 1919 e il 1921, nei quali presenta una serie di esercizi tecnici. Il più interessante dal punto di vista dell'indagine di questa ricerca è *Die Grundlagen des Gewichtspiels*, articolato nelle sezioni *Le forme elementari del suono di peso o di gravità*⁸⁸ composta da sette capitoli, e *Applicazioni* costituita da altri tre.

Nella prefazione, Breithaupt si pone lo scopo di fornire una guida per lo sviluppo della tecnica pianistica rivolto a chi suona il pianoforte ad un livello medio. Non vuole contraddire quanto già detto sul pianoforte da altri, ma solo riindirizzare certe concezioni errate e riportare l'azione tecnica ai suoi principi

⁸⁷ *Ivi*, p. 97.

⁸⁸ Nel testo originale è presente il termine 'Gewichtspiel', concetto cardine nel pensiero di Breithaupt, che consiste nella 'messa in azione' del peso corporeo. Il suono di peso deve essere dunque inteso come 'suono messo in atto'.

naturali e reali. Si propone di liberare gli arti che producono il suono e guidarli nella loro azione. Riguardo al talento, afferma che senza di esso, costituito da destrezza fisica e comprensione della musica, non si ottiene nulla. L'insegnamento necessita, quindi, della disposizione naturale dell'allievo e il maestro ha la missione di dirigere quest'ultima, di sviluppare lo spirito e il corpo, e favorire lo sviluppo della personalità: anima, sentimento, intelligenza, educazione generale, abitudini di vita, qualità e difetti, in una parola ciò che rende uomini. La soluzione sta nell'appropriazione libera e naturale delle disposizioni dell'individuo. La cultura può molto, ma non può rimpiazzare il talento, poiché esso non si può creare. Per ciò che concerne il vocabolario scientifico attinge allo studio di Steinhausen e afferma di aver fatto controllare il lavoro dal fisiologo Paul Krämer.

Il primo capitolo si apre con l'esposizione delle *Condizioni esteriori*: parte dall'altezza dello sgabello che dipende dalle proporzioni fisiche di ciascun individuo, particolarmente quelle tra il tronco, la base del corpo e la lunghezza delle braccia. Consiglia uno sgabello basso che consenta al polso ed al gomito di trovarsi un po' più in basso rispetto alla tastiera, per abituare le braccia ad una posizione passiva ottenuta con la libera sospensione della spalla. Riguardo la posizione della mano sostiene non ne esista una valida per tutte. Certo è che le dita devono garantire stabilità al dorso della mano. Nel suono di peso l'articolazione di peso l'articolazione metacarpo-falangea non deve essere

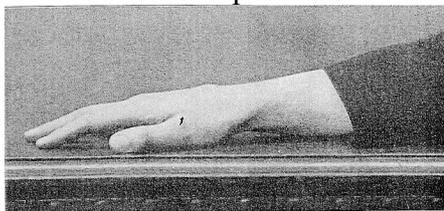


Fig. 1.8 Mano stesa in posizione naturale - Nullità del carico

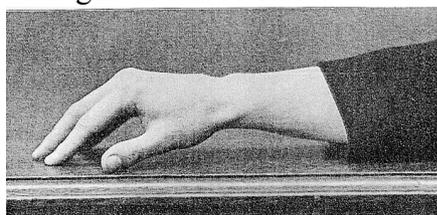


Fig. 1.9 Mano arcuata - Nullità del carico

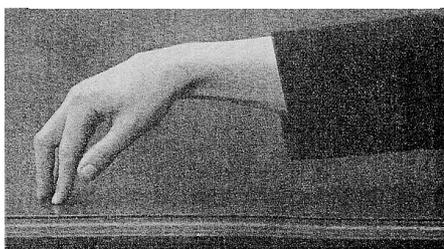


Fig. 1.10 Trasmissione di peso - Appesantimento del suono

contratta all'interno, e il secondo e il quinto dito in particolare, le cui nocche costituiscono i punti d'appoggio interni ed esterni che determinano e delimitano la volta del metacarpo, si devono trovare all'altezza delle dita centrali in modo da formare una linea arcuata.

Secondo Breithaupt gli elementi fondamentali della tecnica pianistica consistono nell'utilizzo totale del peso della massa brachiale, unito alla tensione muscolare elastica di tutto l'apparato fisico messo in azione (spalla, braccio, mani dita). La condizione essenziale del loro impiego è una comprensione chiara dei diversi gradi del peso. Il movimento del braccio, diviso nelle sue tre articolazioni principali (spalla, gomito e polso), assomiglia, secondo l'autore, a quello di una corda in vibrazione, il cui movimento si propaga per ondulazione. Richiamandosi al concetto di "carico esecutivo" di Steinhausen distingue la nullità del carico (Fig. 1.8-1.9), ottenuta attraverso il ritiro della base d'appoggio del braccio, dall'appesantimento del suono (Fig. 1.10), quando il peso del braccio libero, passivamente sospeso, carica sulle dita. Tutte le variazioni dinamiche dell'attacco trovano posto tra la nullità del carico e l'appesantimento del suono. Gli altri gradi d'attacco sono determinati dalla velocità, dall'elasticità, lo slancio del braccio e da tensioni particolari dei muscoli della spalla e del dorso.

Nel secondo capitolo, *La trasmissione del peso*, punto cardine nella sua concezione didattica, descrive nel dettaglio attraverso quali procedure il maestro potrà insegnare all'allievo. Preliminarmente «il maestro prenderà il braccio destro dell'allievo e posandolo sulla sua mano sinistra tesa, lo alzerà su quest'ultima come su un piatto, per lasciarlo cadere bruscamente sulle ginocchia. In questa fase si osserverà che il braccio sia completamente rilassato senza punti attivi nella mano del maestro e, libero dalla spalla, oscilli liberamente. Lo stato di rilassamento del braccio, come si può osservare in un bambino che dorme, costituisce il punto di partenza di tutti gli sviluppi ulteriori.

In un secondo momento il maestro porterà il braccio dell'allievo sulla tastiera e gli indicherà di trasferirne il peso sulle dita: questo peso passivo (ottenuto con il rilassamento) si trasforma così in peso attivo.

Secondo Breithaupt la soluzione dei problemi relativi al rilassamento è di ordine intellettuale, nel senso che essa consiste nella messa in azione immediata dell'impulso cerebrale. Il terzo capitolo, *Lo spostamento laterale del Peso: martellato – non legato*, analizza il trasferimento di peso da un suono all'altro attraverso lo spostamento laterale. Per ottenere questo si dovranno verificare le seguenti condizioni:

1. la muscolatura brachiale dovrà restare il più possibile distesa contraendosi solo per il sollevamento del braccio;

2. la caduta deve essere eseguita senza esitazioni, con tutto il peso del braccio che si abatterà come un martello, creando il suono appunto *martellato*;
3. alla caduta deve succedere immediatamente la sospensione del peso, in modo che il braccio resti mollemente sospeso e la mano, trascinata dal peso, ceda nell'articolazione del polso.



Fig. 1.11. Una fase del movimento di rotazione

Il capitolo quarto, *La rotazione laterale del peso*, descrive la seconda grande categoria dei movimenti che sono quelli di rotazione o bilanciamento derivanti dall'articolazione rotatoria del gomito (**Fig. 1.11**), che trovano le

applicazioni pianistiche nel tremolo e nelle terze, seste, ottave e generalmente tutti gli accordi spezzati, i rivolti degli accordi di tre e quattro suoni spezzati. Per Breithaupt, un elemento importante del tremolo consiste nella ripartizione del peso spostato lateralmente in maniera alternata su due dita tramite la rotazione dell'avambraccio (bilanciamento del peso), creando così un movimento simile a quello della bascula o del dondolio.

La facilità nel compiere lo spostamento del peso lateralmente dipende dal diametro dell'area della mano, in quanto, se esso è piccolo, la ripartizione del peso sarà difficile. Per tale ragione sostiene che le forme più ardue della rotazione consistono nei trilli, dove il peso deve essere diviso tra due dita vicine. Ne consegue che la posizione più comoda per il movimento di rotazione è l'intervallo di sesta, e per le mani grandi a quello di ottava. Distingue tre tipi di rotazione:

1. la rotazione alta, con la mano ricurva;
2. la rotazione a livello della tastiera, con la mano stesa piatta;
3. la rotazione bassa, con la mano arcuata, ed il braccio pendente nel polso libero.

Ritiene, infine, che anche le scale dovranno essere eseguite con la rotazione del braccio.

Il Quinto capitolo, *L'incatenamento del peso. Il legato*, tratta del trasferimento naturale del peso da tasto a tasto, attraverso un contatto costante e cosciente dell'estremità delle dita. Si realizza così un *legato* naturale, differente dal

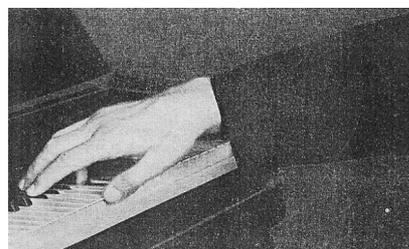


Fig. 1.12 Mano ruotata verso l'interno durante l'esecuzione di una scala discendente per realizzare un legato attraverso "l'incatenamento" del peso

legato rapido. Il legato tra suoni vicini necessita, infatti, di un *legato* assoluto che si realizza attraverso la rotazione interna o esterna del braccio, o di tutto l'arto superiore con la spalla libera (Fig. 1.12).

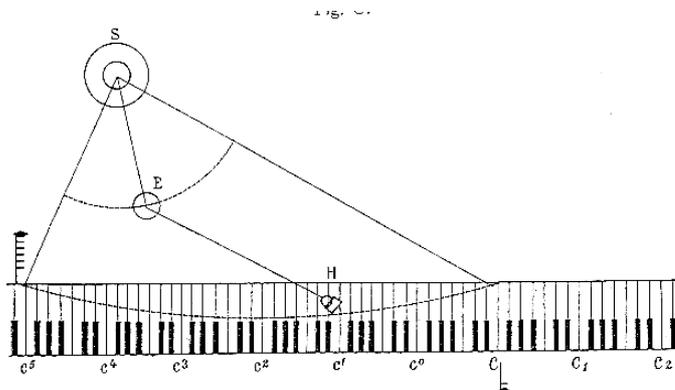


Fig. 1.13. “Pendolo brachiale”: raffigura la curva di esecuzione massima che possa essere descritta dal braccio mediante rotazione dell'avambraccio. La “S” indica la spalla, la “E” il gomito e la “H” la mano

Questo movimento, che segue la curvatura di un pendolo, si realizza con il braccio che pende liberamente dalla spalla, senza tensioni muscolari attive dei flessori ed estensori dell'avambraccio

(Fig. 1.13). Il braccio ruota il suo peso, come un cilindro ruota in seguito ad un

impulso. Questo arrotolamento e srotolamento della mano attraverso la rotazione dell'avambraccio e del braccio costituisce per Breithaupt la base del collegamento tra i suoni. La fluidità e l'uguaglianza di questo movimento produce il vero *legato* che non è prodotto dalle dita o dalla mano, bensì dalla rotazione bilanciata del braccio sulla tastiera. Il *legatissimo* è, invece, un suono puramente intellettuale, poiché dipende dalla volontà di evitare angoli e creare fluidità nella linea melodica.

Nel sesto capitolo, *Il rifiuto naturale del peso (braccio e mano)*. Lo *staccato*, Breithaupt afferma: «Quando un corpo elastico cade a terra, rimbalza, cioè viene rigettato in senso inverso fino a esaurire la forza d'impulso, fino al momento in cui ritorna ad uno stato di riposo. Questa capacità di rimbalzare distingue un corpo elastico: l'intensità dell'effetto aumenta con la vitalità, l'energia dell'impulso». ⁸⁹ Da queste constatazioni Breithaupt deduce che se la massa compatta del braccio cade liberamente sulla tastiera, e poi la si lascia rimbalzare, si ottiene un effetto corrispondente al suono definito *martellato*, dove più la caduta sarà precisa e rapida, maggiore sarà il rimbalzo. Dal punto di vista dell'attacco e della durata del suono, lo *staccato* di caduta è un *non legato* accorciato. Sottolinea come lo *staccato*, tanto in un tempo rapido quanto in uno lento, non sia frutto di un'azione del polso, bensì il risultato di un rimbalzo naturale della massa brachiale, nel senso che la mano e dita non partecipano

⁸⁹ *Ivi*, p. 43.

attivamente al movimento, ma fanno da sostegno. Distingue un ulteriore tipo di *staccato* definito *rialzato* o *pizzicato*, che si ottiene sollevando velocemente dal tasto braccio e mano.

Il settimo capitolo, *L'articolazione libera delle dita*, si concentra sull'azione delle dita considerate fino a questo momento solo come sostegno del peso. Secondo Breithaupt, tale azione deve essere sempre finalizzata a trasferire il peso del braccio. Non ha, quindi, importanza il grado di estensione, bensì la libertà del movimento e la sua discesa naturale, evitando di intralciare la mobilità del polso e del gomito, da tenere sempre rilassati. Il trasferimento del peso tramite l'azione del dito produce un suono non legato; di conseguenza, per ottenere il legato non bisogna alzare il dito dalla superficie del tasto. Sostiene che il suono di articolazione prodotto con le dita non appartiene alla tecnica pura, ma costituisce piuttosto un mezzo speciale, una *nuance* tecnica. Consente di compiere tutti i movimenti con le dita, con riserva però che esse partecipino all'oscillazione della mano e del braccio. A questo punto presenta due tavole ricapitolative (Tav. 3-4) dove distingue i vari tipi di “appesantimento” o peso.

Tav. 3. Messa in azione del peso propriamente detto senza intervento attivo dell'articolazione delle dita

A.

Azione	Effetto
Caduta del peso totale del braccio, appoggio sull'articolazione metacarpo-falangea della mano	<i>Martellato</i>
Caduta del peso brachiale dalla superficie al fondo del tasto	<i>Non legato</i>
Rotazione laterale del peso brachiale tramite la rotazione dell'avambraccio	<i>Non legato</i>
Rotazione laterale del peso del braccio con un movimento ellittico del braccio	<i>Legato</i>
Rimbalzo naturale del peso	<i>Staccato</i>
Lancio deciso, breve del peso attraverso la mano con rimbalzo naturale	<i>Con bravura (brillante)</i>
Bilanciamento del carico della mano leggera sulle punte ferme, con arresto preciso della vibrazione sonora, e caduta breve di ogni dito sul tasto	<i>Jeu perlè</i>
dita riposanti sulla tastiera (non alzate e senza articolazione attiva) con carico minimo del tasto e movimento limitato all'abbassamento del tasto	<i>Leggero</i>

Tav. 4. Messa in azione del peso con leggera articolazione delle dita

B.

Azione:	Effetto
articolazione e attacco libero delle dita con	
caduta di peso brachiale	martellato-non legato
caduta di peso della mano	non legato
caduta di peso proprio delle dita	non legato, con bravura, leggero
rimbalzo di dita mano braccio	Staccato

Con il capitolo ottavo, incentrato sul *Suono simultaneo delle due mani, suono a più parti (polifonia) e suono figurato*, si apre la seconda parte del trattato che, come accennato nell'introduzione, è dedicata alle applicazioni delle teorie appena esposte. In generale, secondo Breithaupt per mettere in atto i principi esposti nella prima parte è necessario che entrambe le mani siano esercitate e funzionino alla stessa maniera e siano capaci di eseguire simultaneamente tocchi e movimenti diversi. A suo avviso, la capacità di mantenere il peso nei diversi gradi costituisce il fondamento del suonare a mani unite, o per meglio dire a braccia unite.

Ciascuna mano deve essere in grado di produrre le variazioni dinamiche e soprattutto le seguenti modalità d'attacco:

1. *non legato* realizzato attraverso la caduta libera del peso;
2. *legato* prodotto dallo spostamento laterale del braccio e dalla rotazione dell'avambraccio;
3. *staccato* causato dal rimbalzo naturale della massa della mano e del braccio.

Si pronuncia quindi sulla *Polifonia*, in cui il prolungamento di certe parti costringe la mano all'immobilità in una determinata posizione. Breithaupt osserva che la nota tenuta si ottiene con un appoggio leggero del peso della mano sul tasto mantenuto abbassato.

Elabora uno schema dove sono presenti tutte le combinazioni di tocco:

Mano sinistra

Mano destra

Non legato

Non legato

Legato

Legato

Staccato

Staccato

<i>Legato</i>	<i>Non legato</i>
<i>Non legato</i>	<i>Legato</i>
<i>Staccato</i>	<i>Non legato</i>
<i>Non legato</i>	<i>Staccato</i>
<i>Staccato</i>	<i>Legato</i>
<i>Legato</i>	<i>Staccato</i>

Questi accostamenti saranno combinati con i diversi movimenti di rotazione, tremolio, spostamento, salti, e applicati alle diverse formule pianistiche, come accordi, ottave, scale etc. La parola d'ordine è non sentire fatica e non creare tensioni muscolari. Sostiene che la tecnica del *jeu figuré* (abbellimenti) si realizza tramite l'alternanza dei movimenti di estensione, flessione e rotazione. Descrive, quindi, le modalità esecutive degli abbellimenti nelle varie figurazioni.

Nel capitolo nono si occupa di *Dinamica – Estetica – Ritmica*. Della prima riferisce sia determinata dall'interazione tra esecutore e strumento. Da una parte c'è lo strumento che è costituito da un suono “fatto”, cioè previsto dal costruttore e il cui volume dipende dal rapporto vibratorio del corpo sonoro anziché dalla forma della vibrazione, cioè suoni armonici. Considera dunque il pianoforte uno strumento monotimbrico, dove la diversità del suono è resa solo dalla variazione dinamica. Breithaupt sostiene infatti che «i concetti di “formazione del suono” e di “timbro” si applicano solo alla facoltà di graduare l'intensità sonora».⁹⁰ Determina dunque i diversi gradi d'intensità dinamica nei loro rapporti con le forme di suono classificate nell'ottavo capitolo:

Tecnica	Effetto
Peso del solo dito	<i>Leggero, leggerissimo, jeu perlé</i>
Peso della mano	<i>Non legato</i>
Peso dell'avambraccio e della mano	<i>Non legato</i>
Peso totale dl braccio	<i>Martellato</i>

Tutti gli appoggi possono essere:

- impiegati con o senza estensione delle dita;
- bilanciati sul tasto per mezzo della rotazione dell'avambraccio e lo spostamento del braccio;

⁹⁰ BREITHAUPT, *op. cit.*, p. 53.

- c) rilanciati all'indietro attraverso il rimbalzo;
- d) proiettati sulla tastiera tramite una rimessa in equilibrio.

Secondo Breithaupt il *crescendo* dipende dall'aumento graduato del peso, dalla rapidità, dalla partecipazione del braccio e della spalla. La stessa cosa, al contrario vale per il *diminuendo* e il *ritardando*. Un principio fondamentale nell'educazione delle sfumature dinamiche è che le dita siano sempre a contatto con il tasto. Si può usare il pedale per aumentare o diminuire gli effetti dinamici.

La seconda parte del capitolo è dedicata all'*Estetica*, che secondo Breithaupt si riduce ad una questione di peso: il "bel suono" si ottiene quindi con il trasferimento e l'appoggio del peso in ogni sua sfumatura. Affronta, infine, il problema del ritmo, da lui considerato come fattore innato e la cui educazione presuppone perciò doti personali. Il ritmo corporale consiste nell'armonia dei movimenti naturali. Il senso ritmico si emancipa in relazione alla libertà di funzionamento dell'arto superiore.

Nel decimo capitolo affronta il concetto di *Studio*, inteso non come "esercizio meccanico" che necessita la ripetizione della stessa formula centinaia di volte, bensì come «esercizio intellettuale»⁹¹ che deve procedere da uno stato di coscienza ad uno d'incoscienza. Riconosce come base dello studio il peso e la capacità di trasferirlo. Conformemente ai principi di una tecnica naturale, afferma che sarà necessario abbandonare:

- tutti gli esercizi meccanici che hanno come scopo la precisione e l'uguaglianza delle dita, così come quegli esercizi che immobilizzano le dita e s'incentrano sul passaggio del pollice;
- le scale e gli esercizi che si propongono di sviluppare la velocità e l'indipendenza tra le dita;
- tutti gli studi puramente acrobatici che perseguono il rinforzo di un muscolo, o la flessibilità di un'articolazione;
- la ripetizione monotona e interminabile di una stessa formula tecnica.

Breithaupt ritiene, quindi, che la velocità dipende dalla capacità di trasferire il peso e dal controllo muscolare, mentre la destrezza delle dita è la conseguenza naturale della leggerezza della mano e del braccio. A suo avviso, ogni metodo serio deve riportare esercizi polifonici per sviluppare l'indipendenza dei

⁹¹ *Ivi*, p. 58.

movimenti del braccio e della mano; a tal proposito consiglia di utilizzare i primi studi di Haendel, i piccoli Preludi e Fughe e invenzioni a due e tre voci di Bach. Solo nel momento in cui l'allievo sarà capace di trasferire il peso, sostenere e liberare il braccio, potrà avvicinarsi all'opera d'arte, e a disporre lo spirito e il corpo alle diverse forme che costituiscono la letteratura pianistica.

Nella *Conclusione*, riassumendo quanto esposto nella sua opera, afferma che la condizione essenziale della tecnica pianistica risiede nel braccio pesante ma libero. Lo sviluppo dei movimenti si basa sull'oscillazione longitudinale del braccio, sulla rotazione dell'avambraccio, sulla partecipazione naturale delle dita, rigettando i concetti di "immobilità" e "fissazione". In chiusura svela il segreto per diventare dei grandi musicisti: «colui che vuole evocare la pienezza della Vita, rendere l'immensa varietà dei suoi colori e armonie, in una parola vuole essere un artista, deve possedere i mezzi d'espressione che possano rivelare queste infinite sfumature».⁹²

Come fa notare Steinhausen, nell'opera di Breithaupt c'è una profonda contraddizione: se, come egli sostiene, la tecnica pianistica è un movimento naturale pari al camminare o correre, come può al contempo dipendere dal lavoro consapevole, minuzioso e preciso d'un meccanismo perfettamente controllato, dall'esercizio indefesso dell'agilità e indipendenza delle dita? C'è però da dire anche che in Breithaupt, la tecnica è al servizio dell'arte ed è finalizzata a rendere le infinite sfumature della Vita; avverte quindi la necessità di creare delle variazioni così fini tali da rendere l'immensa varietà dei colori, ma non dimostra tale assunto, soprattutto in riferimento all'analisi sonora. Anzi, Breithaupt non parla affatto dell'acustica; si ferma all'analisi del movimento e sostiene ancora che la diversità del tocco è data dallo *staccato*, dal *legato*, dal *non legato*, dal *martellato*. La varietà di «queste infinite sfumature» è in profonda contraddizione con quanto afferma nel Capitolo Nono *Dinamica – Estetica e Ritmica*, quando osserva sì un'interazione fra strumento e pianista, ma sostiene che da una parte vi è lo strumento con un suono "fatto", cioè determinato dal costruttore, e dall'altra vi è il pianista che ha soltanto la possibilità di variare il volume sonoro. Breithaupt non crede quindi che il pianoforte sia uno strumento politimbrico, pur avvertendo la necessità di creare, attraverso la tecnica, «la pienezza della Vita, rendere l'immensa varietà dei suoi colori e armonie».

⁹² *Ivi*, p. 62.

1.3. Terzo decennio del XX secolo

A partire dal terzo decennio del Novecento inizia ad essere pubblicata una nuova generazione di trattati scritti da Eugene Tetzl,⁹³ Thomas Fielden, Attilio Brugnoli,⁹⁴ Otto Ortmann, Karl Leimer,⁹⁵ Alfredo Casella, Alfred Cortot, Margit Varro.⁹⁶ Costoro non si contrappongono più alle scuole dell'Ottocento, ma ai loro immediati predecessori, cercando di ritrovare la nozione di “movimento attivo delle dita”. Considerano la tecnica come un sistema di movimenti prodotti attraverso la forza dell'elasticità e il peso e in generale basano le loro teorie sull'utilizzo del braccio intero a partire dalla spalla.

Prima di analizzare l'opera di Otto Ortmann, oggetto dell'ultimo paragrafo di questo capitolo, segnalo alcune idee fondamentali di questa nuova fase della didattica presenti in Fielden, Brugnoli e Cortot. Nel 1924, Thomas Fielden pubblica la *Science of Pianoforte Technique*, che indaga la relazione tra i fattori mentali, nervosi e muscolari presenti durante l'esecuzione. «La mente deve conoscere i movimenti dei muscoli che si creano per ogni azione del braccio e delle dita [...] I nervi, mezzi di comunicazione tra il cervello e i muscoli, necessitano di un allenamento continuo [...] il lato muscolare è responsabile dell'esecuzione finale dell'originale concezione mentale».⁹⁷ Per Fielden, la mente è fautrice di tutto. La sua analisi dettagliata include numerose illustrazioni di ogni singola parte dell'apparato impiegato nell'atto di suonare: ossa, tendini, legamenti e muscoli. Alla naturale coordinazione dell'intero meccanismo del braccio e della mano, suggerisce di aggiungere una ginnastica non legata agli esercizi di dito introdotti dai maestri dell'Ottocento, ma basata su esercizi separati per l'avambraccio, braccio e dita in grado di sviluppare una consapevolezza del controllo mentale dei movimenti muscolari. A differenza di quanto si sosteneva nel secolo precedente ritiene, grazie alle nuove idee tecniche basate sul

⁹³ E. TETZEL, *Das Problem der modernen Klaviertechnik*, Breitkopf & Härtel, Leipzig, 1909.

⁹⁴ MACRÌ, *op. cit.*, pp. 225-231.

⁹⁵ K. LEIMER, *Metodo rapido di perfezionamento pianistico. Prefazione di Walter Giesecking. Traduzione dal tedesco del prof. Bruno Ridussi*, Casa musicale Giuliana, Trieste 1933.

⁹⁶ M. VARRO, *Der Lebendige Klavierunterricht. Seine Methodik und Psychologie* N. Simrock, Leipzig 1929.

⁹⁷ T. FIELDEN, *The Science of Pianoforte Technique*, London, Macmillan and Company 1934, p. 168.

coordinamento muscolare e i principi di rilassamento che diteggiatura e tocco si evolvano insieme ai progressi della consapevolezza muscolare.⁹⁸

Un altro personaggio interessante di questa nuova generazione è Attilio Brugnoli, il primo, nella storia della didattica strumentale, che presenta una teoria ed una relativa applicazione su basi storiche e scientifiche. Il suo «insegnamento razionale», esposto nella *Dinamica pianistica*⁹⁹ pubblicata nel 1926, è basato sull'indagine ragionata dei mezzi atti a raggiungere, con il minimo sforzo, lo scopo che ci si prefigge. Secondo Brugnoli «la bontà della scuola dei grandi esecutori passati non ha corrisposto a quanto era lecito aspettarsi dalle loro celeberrime esecuzioni»,¹⁰⁰ e questo è dipeso dai metodi d'insegnamento. L'utilizzo di metodi empirici e non razionali è, a suo avviso, causa di questo insuccesso pedagogico, mentre l'atto pianistico deve essere razionalmente prodotto con il mezzo più adatto allo scopo sia per la struttura anatomica, sia per la sua funzione.

Nel capitolo undicesimo, dedicato al timbro, Brugnoli definisce 'tocco pianistico' «la gradevolezza o la sgradevolezza, l'espressività o l'inespressività del suono».¹⁰¹ Sostiene che la bellezza di un suono dipende dalla qualità e dalla quantità d'armonici. La sgradevolezza del suono deriva, a suo parere, dalla maniera di far funzionare il martelletto. L'autore dichiara che l'espressività, come l'intensità, è regolabile dalla volontà dell'artista, purché questi ne sia capace. Tra le cause che concorrono ad una mancata variazione sonora, vi sono, secondo Brugnoli, una insufficiente dissociazione muscolare, una mancanza di sensibilità e un allenamento irrazionale. Il pianista dovrebbe sentire il tasto come il prolungamento delle sue dita, tanto da avere l'illusione di produrre il suono con esse e non per esse. L'abilità di graduare l'energia necessaria al lavoro da compiere con le dita, dipende secondo Brugnoli dalle papille. Quindi afferma che coloro i quali possiedono dei polpastrelli grassi presentano un maggior numero di papille e di conseguenza una maggiore sensibilità. Questo a suo avviso è testimoniato da ciò che si conosce sul modo di suonare di Chopin, il quale teneva le dita completamente distese. Brugnoli individua due distinte qualità di tocco; la prima ottenuta sotto il peso del braccio inerte; la seconda realizzata dai muscoli

⁹⁸ *Ivi*, pp. 168-180.

⁹⁹ *Ivi*, pp. 233-259.

¹⁰⁰ A. BRUGNOLI, *Dinamica pianistica. Trattato sull'insegnamento razionale del Pianoforte e sulla motilità muscolare nei suoi aspetti psico-fisiologici*, Milano, Ricordi 1926, p. 19.

¹⁰¹ *Ivi*, p. 123.

del braccio insieme ai tendini delle dita, in varie combinazioni. In entrambi i casi, le dita agiscono come leve sotto la mano facendo punto fisso alla loro estremità distale.

Musicista fondamentale per la nuova scuola francese è Alfred Cortot,¹⁰² uno dei più famosi pianisti della prima metà del Novecento, nonché celebre revisore, particolarmente delle opere di Chopin e maestro di famosi pianisti tra i quali figurano Magda Tagliaferro e Dinu Lipatti. Nel 1928 pubblica *Principes rationnels de la technique pianistique*.¹⁰³ Il suo approccio non è solo differente nella varietà degli esercizi preparatori, ma anche nell'intenzione di organizzare il materiale in maniera pedagogica che assicura l'ottenimento della tecnica fondamentale in uno specifico tempo di applicazione. Per una prima conoscenza dei *Principi razionali* ritiene siano necessari sei mesi di studio con un'applicazione giornaliera per tre quarti d'ora. Indica di completare i tre quarti d'ora con altri quindici minuti dedicati esclusivamente alla ginnastica digitale. In seguito a questi sei mesi, ritiene sia possibile concatenare gli esercizi in modo da effettuare quotidianamente ed in un'ora il giro di tutte le difficoltà pianistiche.¹⁰⁴ Pur essendo riconosciuto universalmente come uno dei maggiori interpreti chopiniani, nel suo *Metodo Cortot* non parla affatto di tocco o di varietà di timbro, ma descrive solo gli esercizi utili ad acquisire una tecnica pianistica che consenta di affrontare tutte le difficoltà del repertorio.

¹⁰² Cfr. MACRÌ, *op. cit.*, pp. 341-347.

¹⁰³ *Ivi*, pp. 349-355.

¹⁰⁴ Cfr. A. CORTOT, *Principi razionali della tecnica pianistica*, a cura di G. Piccioli, Milano, Suvini Zerboni 1928, p. 5.

1.3.1 Il braccio meccanico: Otto Rudolf Ortmann

Riassuntivo di tutte le ricerche didattiche precedenti è Otto Rudolf Ortmann, profondo conoscitore di una mole bibliografica sterminata sull'argomento. Nel 1929, pubblica *The Physical Basis of Piano Touch and Tone*, una seria e articolata ricerca scientifica sui vari aspetti della produzione del suono pianistico. Ortmann, figlio d'arte, nasce a Baltimora nel 1889. Dopo essersi formato presso la Johns Hopkins University e al Peabody Conservatory, lavorando con anatomici e fisiologi in diversi ospedali e scuole mediche, nel 1928 assume la direzione dello stesso Conservatorio in cui si era diplomato. Tra i fondatori dell'American Musicological Society, muore nel 1979, dopo una lunga carriera di insegnante di pianoforte, ricercatore e musicologo. Pubblica, infatti, articoli riguardanti la teoria musicale, la musicologia in generale, l'*ear training*, la sinestesia e il jazz. La sua teoria, pur non particolarmente apprezzata al suo tempo, influenza personaggi del calibro di Seashore e altri filosofi a noi contemporanei come Monroe Beardsley, Peter Kivy e Jerrold Levinson. Le idee di Ortmann sulla natura della musica e la sua capacità educativa sembrano prefigurare alcune teorie della recente filosofia e pedagogia musicale, e mostrano la poliedricità e lo spessore della sua figura.

Riguardo all'insegnamento del pianoforte, era ossessionato dall'idea di trovare la maniera corretta di suonare. Diventa uno scienziato del pianoforte, tanto da creare all'interno del Peabody Conservatory un laboratorio per studiare e misurare i vari aspetti dell'esecuzione. *The Physical Basis of Piano Touch and Tone* è uno studio sperimentale sulla natura dell'azione muscolare dell'esecuzione pianistica e sugli effetti acustici prodotti dall'esecuzione. Nell'introduzione alla ristampa del 1963, il musicologo Arnold Schultz afferma che in questo libro Ortmann non dice come può essere suonato il pianoforte, bensì come deve esserlo considerate le leggi della meccanica e la realtà fisiologica.

Nel 1929 Otto Ortmann pubblica *The Physiological Mechanics of Piano Technique*, libro rivoluzionario, radicalmente divergente dalle vecchie teorie sul modo di suonare il pianoforte. Descrivendo le leggi del meccanismo e della fisiologia, osserva come il pianoforte deve essere suonato e come è suonato da artisti di grande talento, dopo averli "misurati" tramite strumenti di laboratorio. Per raggiungere il primo di questi obiettivi inizia con un esame degli eventi meccanici e fisiologici, mentre per realizzare il secondo, mette su un laboratorio dove testava i pianisti esperti su diversi strumenti, alcuni dei quali di sua invenzione. I risultati di questi tests vengono riportati oggettivamente nel volume senza alcun commento.

The *Physiological Mechanics of Piano Technique*, libro assai costoso per la presenza di diverse fotografie, fu stampato in Inghilterra e pubblicato nel 1929, l'anno della grande depressione. Le difficoltà economiche che impedivano l'acquisto di questo libro e la circostanza che durante la seconda guerra mondiale la lastra per la stampa fu distrutta, impedirono ad una intera generazione di pianisti e insegnanti di conoscere i contenuti di questo libro.

Considerato l'alto valore dell'opera, presento i concetti essenziali passando in rassegna la sua struttura. La *Prefazione* inizia con le seguenti parole: «tutte le teorie sono remote (sin dai tempi antichissimi)».¹⁰⁵ Ortmann afferma che questa sentenza mefistofeliana incarna l'usuale attitudine del musicista nei confronti della ricerca scientifica applicata alla sua arte. Ha una visione molto negativa dei musicisti che ritiene privi d'interesse nei confronti della ricerca scientifica. Per l'autore, il musicista ancora crede che il singolo tasto può essere influenzato solo dinamicamente, e che la conoscenza dell'azione muscolare e le leggi delle leve non hanno nessun valore nel suo lavoro. Anche se nella storia della didattica ci sono stati alcuni musicisti e insegnanti illuminati, come Tetzl, Steinhausen e Breithaupt in Germania, Matthay in Inghilterra, Jaëll in Francia, Brugnoli in Italia, i loro libri, quando sono presenti nelle librerie degli insegnanti, troppo spesso non vengono neanche aperti. La conseguenza è che i maestri non conoscono gli attrezzi con cui lavorano: rilassamento, contrazione, trasferimento di peso, coordinamento, forze meccaniche e qualità di forza sono spesso termini astrusi.

Intraprende una ricerca sui meccanismi fisiologici per stabilire una base fisiologica del suono. Secondo Ortmann il suo studio ha tre punti di forza:

1. un valore teorico per lo sviluppo delle conoscenze inerenti al funzionamento dei muscoli;
2. un valore pratico, per la ricerca di soluzioni ad alcuni problemi tecnici utili ad insegnanti ed esecutori;
3. un valore cumulativo, per la completa analisi su ogni aspetto riguardante l'esecuzione pianistica.

Osserva che coordinamento, memoria muscolare, metodi pratici di apprendimento non possono essere analizzati intelligentemente senza una chiara conoscenza delle loro strutture meccaniche e psicologiche; al tempo stesso nessun aspetto fisiologico può essere adeguatamente investigato senza la conoscenza della

¹⁰⁵ O. ORTMANN, *The Physiological Mechanics of Piano Technique. An experimental Study of the Nature of Muscular Action as used in piano playing, and the effects thereof upon the piano key and the Piano Tone*, E. P. Dutton & Co., New York 1962, p. XXI.

meccanica del pianoforte e della modalità di produzione sonora. La ricerca, durata circa cinque anni, gran parte dei quali utilizzati per analizzare e verificare i dati e per migliorare i metodi di registrazione,¹⁰⁶ si è svolta secondo un protocollo sperimentale, dove i soggetti suonavano ciò che veniva loro sottoposto senza essere a conoscenza dello scopo dell'indagine.

Nel primo capitolo, *Principi meccanici*, afferma che il complesso problema dei meccanismi fisiologici applicato alla tecnica pianistica si basa sulle variazioni di forza prodotte dall'esecutore sulla superficie del tasto. Il suo studio riguarda perciò il modo in cui queste variazioni di forza sono prodotte da una tecnica pianistica che obbedisce alle leggi della meccanica. Azione e reazione, equilibrio delle forze, dipendenza di una forza rispetto alla massa e all'accelerazione, leggi delle leve, tutto ciò è applicato al movimento fisiologico come al movimento meccanico in genere. Dopo aver esposto i principi della meccanica che sottendono l'esecuzione pianistica, passa ad analizzare i principi fisiologici anatomici.

Nel secondo capitolo descrive lo scheletro, ed in particolare le articolazioni dalla cui struttura dipende il movimento che produce i vari tocchi nel pianoforte. Osserva che molti principi pedagogici della tecnica pianistica trovano la loro spiegazione nell'anatomia e nella fisiologia delle articolazioni. In primo luogo, il raggio di azione e la direzione del movimento delle varie articolazioni fornisce una concreta base anatomica per la selezione di varie posizioni scheletriche del braccio e della mano mentre si suona il piano. L'articolazione, più semplice e scorrevole vicino al centro del raggio, fa maggiore fatica quando si avvicina all'estremità. Di conseguenza per suonare con facilità, è necessario che la posizione delle dita, mano e braccio permetta alle articolazioni di operare vicino al centro del loro raggio. Passa quindi ad analizzare i movimenti di ogni singola articolazione dell'arto superiore in relazione alla tecnica pianistica.

La parte migliore per suonare è il polpastrello del dito. Per permettere ciò l'angolo della curvatura del dito deve essere ridotto di 80° gradi. Questo può essere ottenuto in due modi: diminuendo l'angolo di una o di più articolazioni, oppure ripartendo la differenza tra le quattro articolazioni. A suo avviso, quest'ultima posizione è da preferire non solo perché è in accordo con la struttura anatomica delle dita e della mano, ma anche perché consente l'utilizzo delle dita stese e curve, fermo restando la posizione arcuata della mano. In contrapposizione a molti pedagoghi del tempo, Ortmann ritiene che i movimenti necessari alla

¹⁰⁶ *Ibidem.*

tecnica pianistica avvengono in più articolazioni e la principale sorgente dell'atto motorio non risiede mai nell'articolazione in movimento: per ciascuna articolazione che agisce ce ne sono delle altre situate vicino al tronco, che servono da fulcro.

Il terzo capitolo è dedicato ai muscoli, la cui natura attiva si contrappone a quella passiva della struttura scheletrica. Alla descrizione dei muscoli dell'arto superiore e del tronco, segue l'analisi della loro posizione e delle loro funzioni che fa pervenire ai seguenti risultati utili all'insegnamento del pianoforte:

1. il più semplice movimento muscolare coinvolge una coordinazione di muscoli: la semplicità visuale di un movimento non è correlata con azione muscolare;
2. il movimento più piccolo ha una grande "espansione": non possiamo parlare di un movimento definito senza fissare la sua estensione e la sua forza;
3. equi ed opposti movimenti spaziali non corrispondono necessariamente ad equi e opposti movimenti muscolari: la supinazione di avambraccio presenta una forza più grande rispetto alla pronazione di avambraccio, perché i supinatori sono più potenti dei pronatori e l'adduzione di dito è più semplice rispetto l'abduzione perché la posizione completamente addotta (dita fianco a fianco) è naturale;
4. la taglia e la forza dei muscoli dipende dalla loro funzione;
5. l'assenza di movimento non significa necessariamente assenza di attività muscolare: due forze eque che agiscono in direzione opposta sullo stesso punto non produrranno movimento in quel punto e così i gruppi dei muscoli antagonisti possono agire ugualmente su una articolazione, mantenendola in una posizione fissa ma non producendo movimento dell'articolazione;
6. nessun muscolo è limitato alla produzione di un singolo movimento;
7. molti movimenti di traslazione sono prodotti da movimenti di rotazione.

Il quarto capitolo, *Stati e proprietà dei muscoli*, si occupa dei gradi di contrazione, temperatura, fatica, rigidità, tono muscolare e rilassamento di ciascun muscolo. Nel capitolo successivo descrive i *Sistemi neuronali e circolatori*, ritenuti indispensabili al processo di apprendimento. Dopo aver presentato i due sistemi, afferma che la ripetizione dell'esercizio serve a creare una rappresentazione neuronale del movimento dai centri più alti del cervello ai più bassi dei riflessi spinali, e quindi la ripetizione è psicologicamente necessaria all'esercizio pianistico; la tecnica pianistica richiede una coordinazione tra tutti i sistemi, uditorio, visivo e cinestesico; l'efficienza dei movimenti del corpo,

inclusi quelli della tecnica pianistica dipendono, in parte, dalle condizioni della circolazione, per cui un adeguato supplemento sanguigno ai nervi e ai muscoli è assolutamente indispensabile all'espletamento delle loro funzioni.

La seconda parte dell'opera si incentra sugli *Aspetti generali del movimento fisiologico* dove Ortmann individua i seguenti quattro principi pedagogici relativi alla posizione da assumere al pianoforte:

1. ogni tasto può essere raggiunto in una moltitudine di modi;
2. la posizione in cui ciascun tasto è suonato è determinata dalla posizione e dal modo di suonare il tasto precedente e seguente;
3. il modo migliore di eseguire un movimento verso un certo punto della tastiera varia da individuo a individuo ed è determinato dalla struttura scheletrica;
4. il miglior movimento fisiologico è quello che permette il movimento vicino alla metà dell'escursione articolare della giuntura coinvolta.

Nel quinto capitolo analizza i movimenti di ogni segmento articolare in relazione al gesto pianistico. Osserva che i movimenti verticali del braccio sono il risultato dei movimenti del cigolo scapolare e dell'articolazione della spalla. Il sollevamento del peso del braccio dal tasto del pianoforte è dovuto alla contrazione del peso dall'intero cigolo scapolare e non dalla rigidità nell'articolazione della spalla. La grande mobilità dell'articolazione della spalla la rende disponibile a diversi movimenti. Una delle sue importanti funzioni pianistiche è di permettere il movimento verticale dell'avambraccio usato nel suonare accordi forti. L'articolazione del gomito in flessione-estensione viene usata nella tecnica pianistica solo negli spostamenti laterali nell'ambito approssimativo di un'ottava. Oltre questo *range* interviene la spalla. Dell'articolazione radio-ulnare afferma che è l'origine di tutti i movimenti che coinvolgono la rotazione dell'avambraccio, come il tremolo, gli accordi spezzati, accentuazioni melodiche. Riguardo al movimento del polso, osserva che esso non ha un movimento di rotazione, ma è parte di un sistema che ruota. Il suo uso maggiore è nel movimento di flessione-estensione, avendo la sua applicazione nello staccato di mano o di polso. Dedicando un paragrafo a parte ai movimenti del pollice, poiché sostiene esso ricopre un ruolo fondamentale nella tecnica pianistica, in quanto è l'unico mezzo per ampliare il legato oltre le cinque dita.

Nel capitolo sesto presenta la *Geometria del movimento fisiologico*, attraverso lo studio delle traiettorie dei movimenti pianistici. In generale afferma

che tutto il movimento generato dal moto di un'articolazione singola è curvilineo, che ciascun moto di una parte del braccio in una certa misura risulta da movimenti simultanei in più di un'articolazione e moti simultanei in due o più articolazioni possono generare movimenti sia rettilinei sia curvilinei. Ortmann ritiene che la "fissazione (rigidezza)" sia il fallimento della prima pedagogia pianistica: più cerchiamo di limitare un movimento ad una articolazione più il movimento diventa curvilineo e la costruzione della tastiera è opposta a tale movimento. Da un punto di vista geometrico, ogni movimento della tecnica pianistica, eccetto la forma più semplice della percussione del dito e l'estensione del gomito con il braccio assolutamente verticale, coinvolge il movimento di più articolazioni.

Il settimo capitolo si occupa dell'*Azione e reazione*, il cui principio fisico si basa sul fatto secondo cui le forze che agiscono su un punto a riposo sono uguali e contrarie. Tale principio mostra l'impossibilità dell'isolamento meccanico o muscolare nel meccanismo fisiologico umano. L'*Attività e la passività* sono i soggetti, dell'ottavo capitolo dove osserva che il movimento può essere causato in due modi: tramite contrazioni volontarie e involontarie di muscoli che avvengono in seguito a stimoli neurali o tramite l'azione di forze esterne sulla parte da muovere. Secondo Ortmann non bisogna insegnare ad un allievo un movimento prendendo la parte che deve essere mossa e muoverla al suo posto. In tale maniera l'insegnante sostituisce la forza e produce il movimento attivamente, mentre l'allievo lo compie passivamente. Se la corretta contrazione muscolare è lo scopo pedagogico, è consigliabile il metodo opposto. Per la stessa ragione, la pratica del suonare senza tastiera o con sostituti non è corretta, perché solo la resistenza del tasto causa la contrazione muscolare. Applica, poi, queste osservazioni a diverse forme di tocco.

Nel nono capitolo tratta del *Coordinamento e incoordinamento*, osservando che un movimento coordinato impiega il peso del braccio, in uno spazio e tempo che richiedono un minimo dispendio di energie; necessita, inoltre, di un grado di rilassamento tale da trasmettere la forza desiderata ad un preciso punto in un determinato istante. Secondo Ortmann, tutti gli effetti pianistici sono il prodotto delle variazioni della velocità e della forza, che si modificano l'una in relazione all'altra. Osserva anche che l'attività muscolare modula con il raggio d'azione del movimento. A suo avviso è possibile compiere lo stesso movimento con vari muscoli, ma perché esso sia coordinato bisogna che obbedisca ai seguenti principi:

1. i movimenti rapidi e di piccolo raggio sono da compiersi con muscoli e articolazioni piccole, mentre movimenti potenti e di ampio raggio con muscoli e articolazioni grandi;
2. per sprecare minore energia possibile la contrazione di un muscolo dovrebbe cessare subito dopo essere stata prodotta;
3. per avere un movimento coordinato, la contrazione di un muscolo dovrebbe avvenire un momento prima di raggiungere la resistenza che il muscolo deve vincere.

Nel capitolo decimo si occupa in maniera approfondita del rilassamento, grazie all'ausilio di un braccio meccanico (Fig. 1.14).

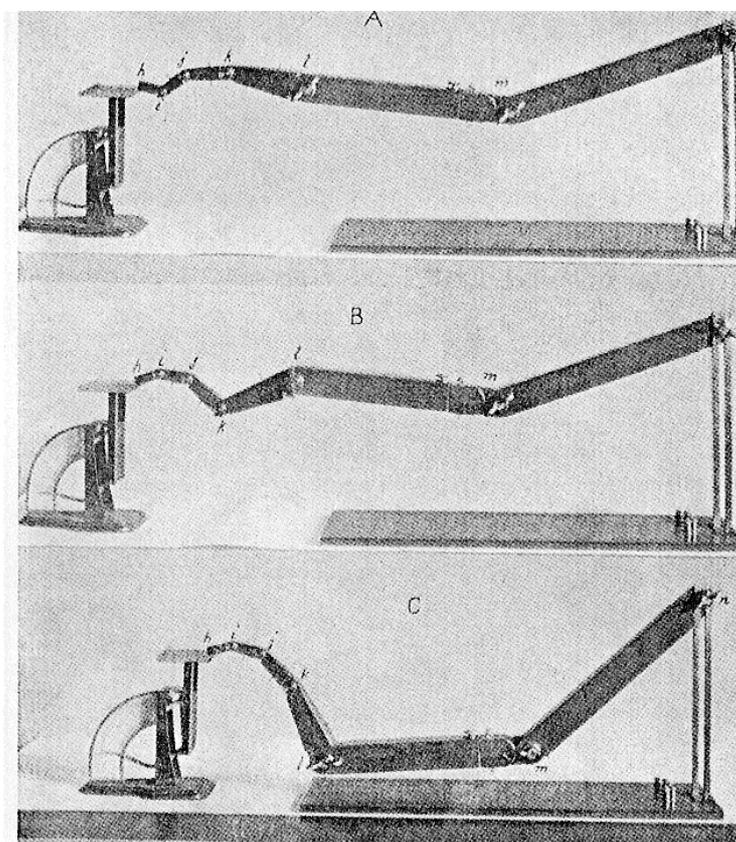


Fig. 1.14. Braccio meccanico, con il quale Ortmann mostra l'effetto del rilassamento delle articolazioni; in A la prima (i) e la seconda (j) articolazione interfalansea sono rilassate: come risultato la falangetta (i) è piegata verso dentro; in B il metacarpo (k) e il polso (l) sono rilassati e quindi il metacarpo crolla; in C il polso (l) e la spalla (n) sono rilassati e la parte del braccio tra loro cade

Si potrebbe osservare che un attrezzo meccanico non riproduce tutta la complessità fisiologica di un braccio vero, ma lo studio di Ortmann non vuole giungere a conclusioni pratiche. L'autore ammette infatti che «la premessa è vera,

ma non la conclusione». ¹⁰⁷ In ogni modo pone delle osservazioni particolarmente interessanti sul rapporto tra la posizione del braccio e la distribuzione del peso. Dimostra che la forza massima si ottiene con posizioni scheletriche dritte, ma spesso si associa a tale condizione uno stato di rigidità; nei bambini che hanno una tendenza a irrigidirsi durante l'esecuzione, è, infatti, consigliabile evitare la posizione dritta dell'arto il più a lungo possibile.

Sulla base dei dati ottenuti con l'ausilio del braccio meccanico deduce i seguenti principi riguardo il movimento controllato:

1. per mantenere un'articolazione in una posizione data nello spazio, senza resistenza esterna in quel punto, tutte le altre articolazioni tra questo punto e il tronco devono essere fissate a un estensore capace di sopportare il peso delle parti che intervengono (la spalla supporta l'intero braccio, il gomito sostiene la mano e così via);
2. per mantenere la punta del dito in una posizione fissa su un tasto, si dovrebbe rilassare solo una delle articolazioni situate tra questo punto e la spalla, mentre tutte le altre devono essere fissate per vincere il peso delle parti che intervengono;
3. se si esercita sulla punta del dito una forza superiore rispetto al peso della parte in movimento, si deve aggiungere la contrazione muscolare che necessita maggiore fissazione in tutte le articolazioni agenti come fulcro.

Nel capitolo undicesimo affronta il problema del *Trasferimento di peso* e in tale contesto descrive il movimento di rotazione. Secondo Ortmann il trasferimento di peso è l'atto di trasferire un peso dato da un supporto, il dito, ad un altro. Per registrare variazioni nel trasferimento di peso, usa diversi tipi di dinamometri. La **Figura 1.15** rappresenta la registrazione di trilli eseguiti a velocità differenti che dimostrano come il soggetto non riesce a mantenere un costante trasferimento di peso quando la velocità aumenta: l'oscillazione verticale è espressione di una fluttuazione del peso, la linea ascendente un aumento nel peso, quella discendente una diminuzione, mentre la linea orizzontale il perfetto mantenimento di un peso uniforme.

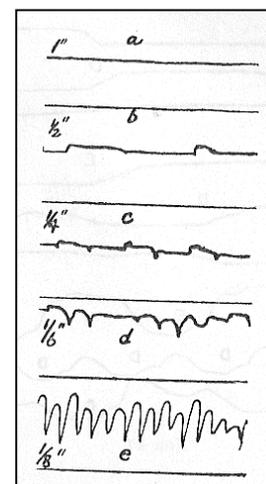


Fig. 1.15.
Registrazioni di
variazione di peso
in trilli eseguiti a
velocità differenti

¹⁰⁷ *Ivi*, p. 124.

Rileva dunque il meccanismo del trasferimento di peso: «l'applicazione del peso sul tasto comporta un certo grado di contrazione muscolare. Come questo peso è trasferito a un altro dito, i muscoli che controllano quel dito sono appropriatamente contratti per supportare il carico. Se il rilassamento del primo dito è maggiore rispetto alla contrazione del secondo, il peso si disperde, poiché esso è rimosso prima che il dito successivo sia pronto a fare da sostegno. Ma se il rilasciamento è più lento della contrazione che segue, non ci sarà perdita del peso. Purtroppo il modo in cui è costruito il pianoforte non permette di vedere un'aggiunta di pressione dopo l'affondo del tasto e quindi le variazioni che avvengono all'interno di questo *range* si perdono all'osservazione».¹⁰⁸

Per studiare l'effetto dell'intensità sul trasferimento di peso esegue una serie di trilli a vari gradi dinamici. Deduce che in tutti i sistemi di leve un aumento di velocità è accompagnato da una proporzionale perdita di potenza, e un aumento di potenza, da una perdita di velocità. Ortmann distingue una velocità di sequenza di dito, una velocità di ripetizione muscolare. Conclude affermando che un controllo del peso, avviene nella velocità di sequenza del dito, mentre diminuisce se si ripete la stessa azione con il medesimo dito. Se un dito rimane a contatto con il tasto fino a che è suonato il successivo, è possibile il trasferimento di peso anche a grande velocità.

Nel capitolo dodicesimo analizza i *Movimenti verticali del braccio*, tra cui quello della caduta di braccio. Tale movimento realizzato in una condizione di totale rilassamento non appartiene alla tecnica pianistica, ma serve solo ad intensificare il grado di rilassamento durante la fase di apprendimento. Durante l'esecuzione si usa invece una discesa controllata del tasto, in cui si realizza una contrazione parziale dei gruppi muscolari che sollevano il braccio, in opposizione alla gravità, rallentando così la sua discesa. Descrive un terzo tipo di discesa del braccio, in cui i muscoli che controllano tale discesa si contraggono violentemente e, rinforzando l'azione della gravità, abbassano il braccio in maniera più rapida. Questa tecnica è usata per suonare accordi *fortissimo*, di solito in un tempo rapido.

¹⁰⁸ *Ivi*, pp. 134-135.

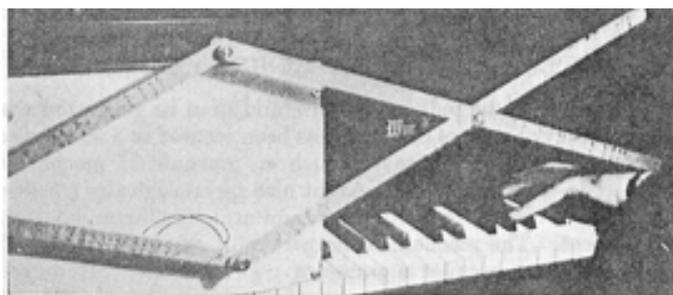


Fig. 58. The Pantograph method for recording Lateral Arm-transfer.

Fig. 1.16. Il Pantografo: metodo per registrare lo spostamento laterale del braccio

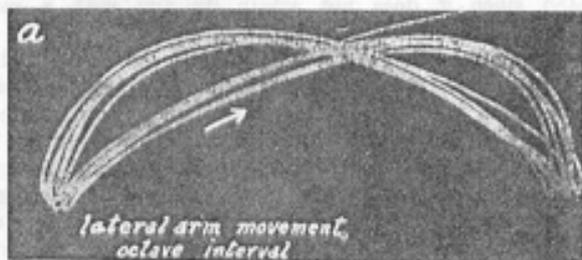


Fig. 1.16bis. a RegISTRAZIONI di salti di ottave effettuate con il pantografo; b registrazione fotografica dello stesso movimento

Nel capitolo tredicesimo descrive l'altra grande famiglia di movimenti del braccio, quelli laterali, i quali non sono dei semplici movimenti orizzontali, poiché combinano lo spostamento orizzontale con sollevamenti di braccio e spostamenti laterali. L'analisi abbraccia quindi una dimensione verticale e orizzontale, mettendole in rapporto con i parametri dell'intensità, dell'agoga, del raggio d'azione. Una particolare attenzione pone al movimento del *Salto di scatto*, per il quale osserva ci debba essere una forza che agisce in direzione opposta rispetto a quella in cui si muove la mano. Per registrare tali movimenti utilizza uno strumento che si chiama "Pantografo" (Fig. 1.16) la cui estremità scrivente è attaccata al polso in modo da "disegnare" il movimento.

La terza parte dell'opera è dedicata alle *Forme di tocco nella tecnica pianistica*. Il *Legato di braccio* (capitolo quattordicesimo) è da utilizzare in diversi passaggi cantabili lenti che richiedono un moderato grado di intensità: il braccio è alternativamente alzato e abbassato mentre la punta del dito rimane a contatto con la tastiera. Strettamente connesso al problema del movimento del braccio nel legato di braccio è la distribuzione di peso durante le successive depressioni dei tasti.

Il *Tremolo*, argomento del quindicesimo capitolo, si realizza attraverso la contrazione alternata dei pronatori e supinatori che ruotano l'articolazione radio-ulnare dell'avambraccio. Questa contrazione non è però equa, perché la posizione di mezzo dell'avambraccio non corrisponde alla posizione orizzontale richiesta dalla tastiera. Pone diverse osservazioni sul trasferimento di peso nel tremolo affermando che se si esercita una pressione uniforme sul primo tasto fino al raggiungimento del successivo, esso non può essere raggiunto col trasferimento di peso, ma con la contrazione muscolare. Il trasferimento di peso richiede, infatti, per la sua magnitudine ed efficienza sequenze estremamente lente e non attacchi percussivi. Descrive quindi vari tipi di tremolo (trilli di tremolo, tremolo di dita e accordi tremolati) mettendoli in relazione con i fattori della velocità, intensità e dell'asimmetria.

Nel sedicesimo capitolo, Ortmann si occupa dello *Staccato*, che si contraddistingue dalla brevità del suono e dalla sua separazione dalla nota precedente e seguente. Nota che il suono *staccato* differisce dal *legato* non per il suo inizio, ma per la fine del suono: il rilascio del tasto, non la depressione, diventa quindi il fattore fisico decisivo. Distingue lo staccato di mano, braccio e dita analizzando per ciascuno il rapporto con la dinamica e l'agogica.

L'elemento determinante dell'azione di dito, trattata nel capitolo diciassettesimo, è la sua punta, poiché essa viene a contatto con la tastiera. Descrive il funzionamento del dito in base ai fattori fisiologici e meccanici. Analizza l'articolazione col dito steso, osservando che una leva di questo tipo guadagna in velocità, ma perde in forza ed è quindi più adatta alla produzione di un suono *soft*. Se però si desiderano fortificare i muscoli del dito, la posizione stesa è migliore rispetto alla curva, perché le dita lavorano a svantaggio meccanico, richiedendo ad ogni articolazione più energia. Descrive poi l'azione con il dito curvo, in cui l'attenzione deve essere rivolta principalmente alla falangetta da tenersi in posizione verticale. Osserva che la diversità fisiologica tra l'articolazione col dito steso e curvo si manifesta notevolmente nella contrazione muscolare: per alzare la punta di un dito steso, gli estensori del dito devono essere leggermente contratti e l'angolo che la superficie dorsale del dito assume rispetto al retro della mano è per gli adulti di 200° circa; per far giungere la punta del dito alla stessa distanza, in posizione curva l'angolo dorsale appena menzionato diventa di 150° circa.

Sostiene che la distribuzione della forza muscolare durante la discesa del tasto differisce per le due posizioni. Quando il dito steso scende nel tasto, la relazione angolare tra le tre falangi non cambia, perché l'intera azione

dell'articolazione avviene nel metacarpo, mentre quando si usa il dito curvo, il dito si raddrizza durante la discesa. Il tocco con il dito curvo combina così una leggera contrazione degli estensori della seconda e terza falange e una contrazione del flessore della prima, in modo che anche durante la discesa si verifica una leggera contrazione del muscolo che tende il dito. In entrambe le azioni del dito c'è un problema ricorrente che riguarda il piegamento della falangetta che non dipende dalla sua debolezza, bensì da una scorretta contrazione muscolare. La soluzione del problema sta, quindi, nell'introdurre la resistenza alla contrazione del muscolo e non nel mantenere una posizione curva.

Ortmann distingue due tipi di movimenti riguardanti il rapporto dito-tasto: quelli prodotti dalla variazione della velocità del tasto e quelli prodotti dalla variazione della percussività. Nei primi, il tasto è messo in movimento iniziando la discesa del dito dalla sua superficie; nei secondi, il tasto è colpito dal dito discendente, che ha già una certa velocità quando raggiunge la sua superficie.

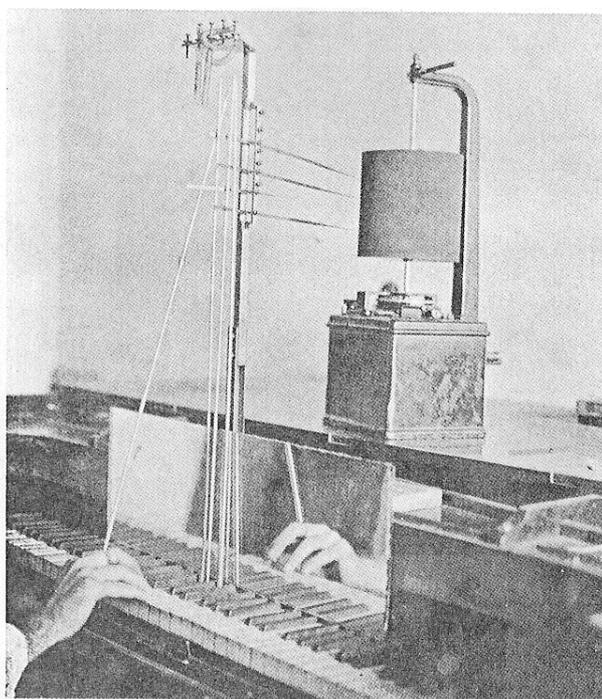


Fig. 1.17. Metodo di registrazione dei movimenti del tasto e delle dita nella dimensione verticale

Poiché il movimento del dito e il conseguente movimento del tasto sono impercettibili ad occhio nudo e anche al tatto stesso, Ortmann s'ingegna un metodo di registrazione (Fig. 1.17) che consiste in cinque strisce non flessibili di alluminio attaccate a un estremo a cinque leve scriventi. Cambiando i punti di attacco alle leve, il movimento può essere amplificato o ridotto. Gli altri capi delle leve scriventi toccano la superficie di un tamburo girevole. Il suo movimento è orizzontale mentre quello delle leve verticale, perciò le

variazioni di velocità saranno misurabili dalla quantità della deviazione verticale.

Da un punto di vista meccanico e fisiologico, la differenza tra il tocco percussivo e quello da vicino risiede nella posizione della resistenza: nel tocco non percussivo, la resistenza del tasto è presente all'inizio del movimento del dito; nel percussivo, essa non si incontra fino a che il dito ha iniziato e superato

una parte della sua discesa. La resistenza del tasto rallenta il dito, poiché una parte della sua forza è utilizzata nel mettere in moto il tasto. Riscontra una differenza notevole nella forza che abbassa il tasto durante i due tipi di tocco: nel percussivo alla forza originaria se ne aggiungono altre durante la discesa del tasto; così il dito è ritardato dalle forze che imprimono un'accelerazione al tasto perdendo così forza subito dopo l'impatto per poi riprenderla; nel tocco non percussivo non è invece presente nessun aggiustamento. Presenta quindi gli effetti dell'intensità sull'azione di dito, dove la forza è rappresentata dal prodotto della massa per l'accelerazione e trova, quindi, una correlazione tra il sollevamento del dito e l'intensità del suono.

Finalmente Ortmann affronta la questione della produzione del suono. Afferma che «solo la percussione e l'intensità sono i fattori determinanti nel tocco. Tutte le differenze nelle qualità del suono devono mostrarsi nei gradi di percussività e nella velocità del colpo di dito». ¹⁰⁹ La posizione del polso influenza l'intensità del colpo. Ortmann è a favore della posizione con la mano arcuata, mettendosi così in linea con i precetti della moderna pedagogia.

Dedica il capitolo diciottesimo alle scale: descrive in dettaglio i movimenti delle dita gli spostamenti laterali del braccio e la rotazione d'avambraccio necessari per l'esecuzione della scala sia nel moto ascendente sia discendente. Pone un'osservazione interessante sull'asimmetria ascendente e discendente della scala: la prima si distingue per una serie di angoli, l'altra per una serie di curve. Nella scala ascendente eseguita dalla mano destra, il pollice suona spesso sotto la mano. Contrariamente a quanto si crede la difficoltà non è costituita dal passaggio del pollice, ma dal suonare il tasto con il pollice mentre esso si trova sotto la mano. In nessun altro campo della tecnica pianistica la preparazione di un movimento o di un suono successivo è così importante come nelle scale. Per tale ragione il passaggio del pollice e lo scavalco della mano devono essere iniziati già dai principianti. Descrive la successione dell'articolazioni e delle preparazioni delle dita.

Discute gli effetti agogici sull'esecuzione della scale, affermando che la velocità d'esecuzione influisce sul modo in cui una scala viene suonata. Nella **Figura 1.18** si può osservare la linea descritta dal centro della mano in una scala ascendente di Do maggiore molto lenta con visione dall'alto. Nota che in una scala veloce il movimento è curvilineo e continuo, mentre nella scala lenta è rettilineo e discontinuo (**Fig. 1.18/1.19**). In seguito alle analisi condotte, deduce che

¹⁰⁹ *Ivi*, p. 243.

una scala rapida deve essere suonata con un continuo spostamento del braccio accompagnato da un parziale passaggio del pollice.

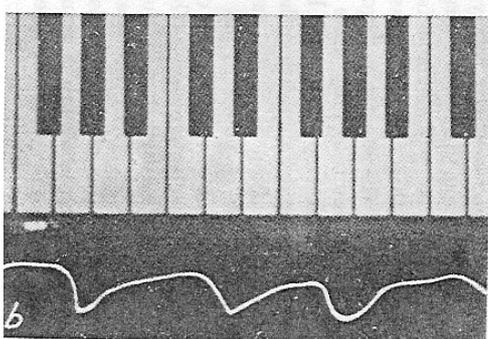
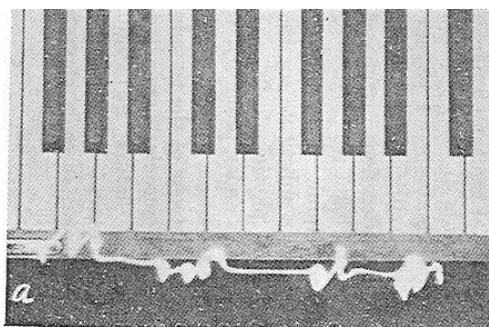


Fig. 1.18. a movimento del centro della mano in una scale ascendente molto lenta; **b** la stessa scala suonata più rapidamente

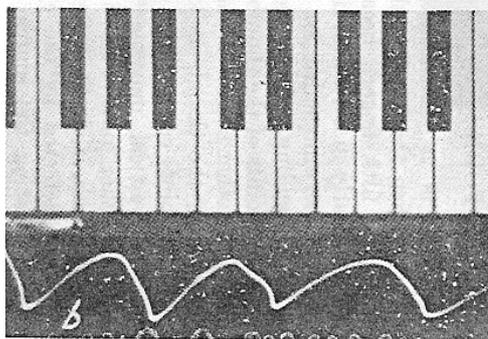
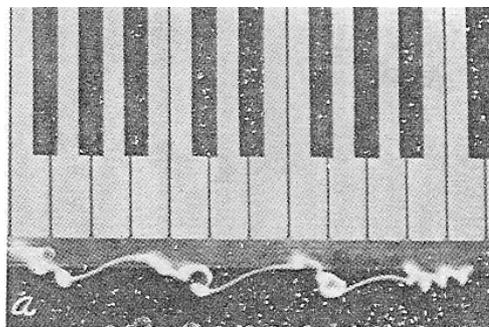


Fig. 1.19. a movimento della mano in una scala discendente suonata molto lenta; **b** la stessa scala suonata più rapidamente

Il capitolo diciannove è dedicato all'arpeggio, l'altra formula pianistica fondamentale, che dal punto di vista muscolare, a una certa estensione, viene considerato da Ortmann una scala allargata. Il passaggio del pollice e lo scavalcamento della mano su di esso sono le caratteristiche salienti dell'arpeggio. In ogni arpeggio il passaggio del pollice sotto le altre dita deve essere accompagnato da uno spostamento del braccio, che consente di mantenere la giusta posizione. Dalle registrazioni, deduce che la velocità cambia la coordinazione del movimento. Nell'arpeggio lento interviene la preparazione che non si verifica, invece, in quello rapido. Osserva, inoltre, che sebbene il movimento del braccio gioca un ruolo importante nell'arpeggio più che nelle scale, non si può eliminare interamente il movimento delle dita. Sono quindi necessarie alcune azioni verticali delle dita per abbassare i tasti.

Nel ventesimo capitolo riguardante i *Movimenti misti* si esprime principalmente sul problema della diteggiatura, sostenendo che la migliore prevede un movimento minimo. Da un punto di vista meccanico è consigliabile avere mano e dita nella stessa posizione per ogni ripetizione di figura simile.

Nel capitolo ventunesimo esamina alcune differenze individuali che ritiene possano distinguere un talento musicale. Esse possono essere rintracciate nella grandezza della mano, nella lunghezza delle dita e del braccio, nel peso del braccio e nell'ampiezza del movimento. Ritiene il peso del braccio un fattore di grande importanza, poiché esso è il vero responsabile della produzione del suono. La forza che un corpo in caduta esercita varia con il peso del corpo e la distanza dalla quale cade. Analizzando gli effetti delle variazioni nel peso del braccio sul suono, consiglia quindi di tenere costanti questi due fattori e variare gli altri. Altre differenze risiedono nella forza della muscolatura e nella localizzazione dei muscoli, la molteplicità della loro origine o inserzione, e spesso nella loro completa assenza: per esempio il flessore breve del mignolo è di solito assente e in questo caso si usa maggiormente l'abducente dello stesso dito.

In generale è convinto che molti limiti di pianisti derivino dalla loro forza muscolare. Il fatto che le mani di alcuni pianisti sono morbide al tatto, e quelle di altri rigide, non è un indice di forza muscolare: la mano morbida può essere il risultato di un buon rilassamento, che, come abbiamo visto, è un prerequisito della capacità di coordinamento. Ortmann è convinto che la forza meccanica delle dita e dei muscoli della mano si può raggiungere attraverso esercizi che non sono propriamente pianistici. La tastiera del pianoforte, e la natura essenzialmente percussiva del pianoforte, non sono adatte per sviluppare la rapidità muscolare. Con un allenamento sistematico dei movimenti delle dita e del pollice, con resistenze appropriatamente controllate, i muscoli della mano possono essere fortificati in poco tempo. Osserva che alcune differenze individuali possono essere studiate attraverso l'analisi di certe condizioni patologiche del movimento e di alcune posizioni della mano. Per esempio, quando il nervo ulnare è danneggiato, ne risulta una paralisi dei muscoli palmari della mano (lombricali e interossei). La mano assume in questo caso una marcata posizione schiacciata e ciò prova che il mantenimento della posizione arcuata dipende dai due muscoli menzionati.

Riguardo all'aspetto neuronale sostiene che la variazione del numero delle fibre muscolari che innervano un singolo motoneurone influenza la diversità del sistema nervoso tra gli individui. Un altro fattore è la velocità con cui viaggia l'impulso neurale. Mostra infine come la funzione metabolica influisca sull'esecuzione pianistica. La stricnina, per esempio, influenza il sistema nervoso cancellando le differenze nelle resistenze delle sinapsi generando convulsioni. L'alcool riduce il grado del riflesso psico-galvanico; l'arsenico è usato per cambiare uno stato di rilassamento in uno di contrattura. Nella chimica

dell'azione muscolare abbiamo ancora altre fonti di diversità individuale. Infatti l'inibizione muscolare cui sono spesso sottoposti allievi durante esami o concerti è causata da mutamenti chimici nell'organismo. Una combinazione di variazioni circolatorie, neurali e chimiche è la causa delle differenze individuali tra le persone.

Nel capitolo ventidue indaga le differenze individuali relative solo alla mano. In generale ritiene che le dimensioni della tastiera e il modo in cui i compositori hanno scritto per essa richiedono mani con una grande estensione che consiste prima di tutto nella capacità di abduzione delle dita. La brevità delle dita può essere superata con la larghezza della mano, o l'ampiezza dei gradi di abduzione delle dita, o da entrambi. La strettezza della mano o la ristrettezza della capacità di abduzione possono essere sorpassate con la lunghezza delle dita. La mano ideale per suonare il pianoforte è quella che presenta una struttura ossea robusta e con le dita non molto lunghe. Per Ortmann il vero organo della produzione sonora è la punta del dito, e nello specifico la porzione del polpastrello e la sporgenza dell'unghia. Mostra un dito più rotondo e uno più affusolato e osserva che l'impatto di entrambi sul tasto è diverso, poiché il dito più affusolato fa più rumore.

Il capitolo ventitreesimo è dedicato alla qualità del suono, in funzione della quale esamina varie forme di tocco. Afferma che le differenze qualitative sono in realtà quantitative. Per registrare il suono utilizza un dinamografo, che è costituito da una serie di molle d'acciaio, una delle quali attaccata all'interno del braccio di ciascun tasto-leva per diverse ottave. Questo ha permesso di suonare i tasti normalmente senza influire sulla qualità del suono. La resistenza delle molle era graduabile in modo che un piccolo incremento di resistenza del tasto sarebbe potuto essere usato come una resistenza sufficiente a sostenere e resistere la forza di un lavoro *fortissimo*. La molla, la cui resistenza è graduabile in modo da permettere l'annotazione del più piccolo incremento di forza, consente di registrare il movimento del tasto. Ortmann crede che la qualità del suono dipende dalla variazione di forza: il dinamografo produce una curva diversa a seconda della qualità. Nella **Figura 1.20** illustra tale diversità: lo spostamento verticale indica un aumento di intensità, mentre lo spostamento orizzontale la durata del colpo o della pressione;

- la curva A rappresenta un graduale aumento nella pressione (da *a* a *b*), e un graduale rilascio di pressione mentre il tasto discende (da *b* a *c*), il tutto ad un'intensità debole;

- la rapida impennata della curva B denota un tocco percussivo con un'improvvisa applicazione della forza (da a a b), un graduale rilascio di pressione (da b a c), con moderata intensità;
- nella curva C c'è un costante aumento di pressione (da a a b), poi un mantenimento (da b a c) tutto alla stessa intensità di B;
- la curva D rappresenta il tocco percussivo con un'intensità forte e di durata breve.

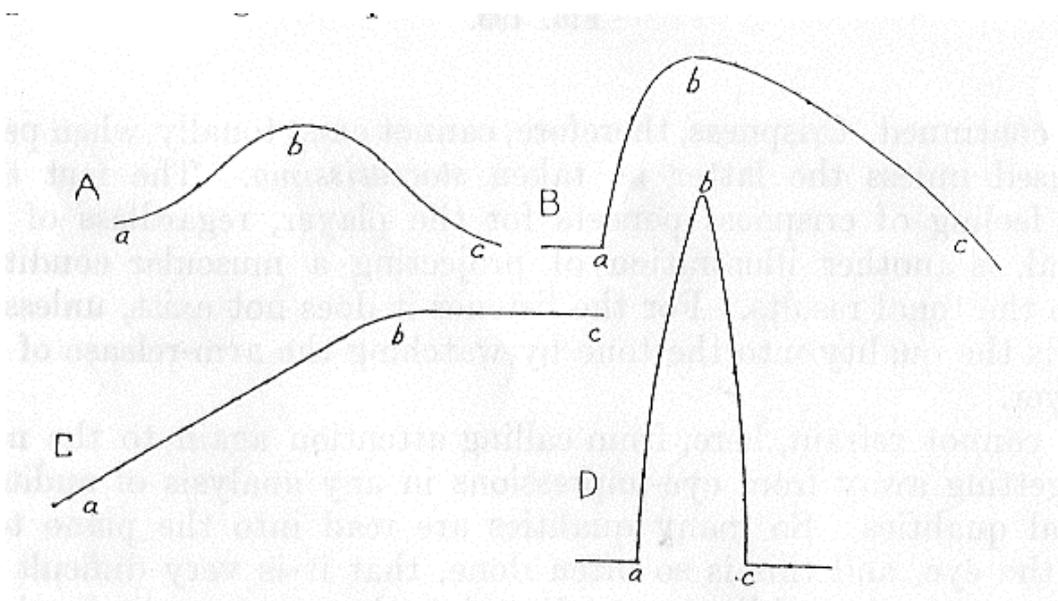


Fig. 1.20. Rilevamenti acustici relativi alla qualità del suono in relazione al grado di pressione

Interpretando le curve, rileva che nel gergo comune alcuni termini attribuiti al suono presentano una certa ambiguità. Chiarisce alcuni vocaboli riferiti al suono, come “Scintillio” “Vellutato” “Cresco” “Secco” “Fragile” “Cantabile” “Repressione”, tentando un’analisi oggettiva. In conclusione, per Ortmann la qualità del suono è una questione di natura psicologica, quindi non di sua competenza. A suo avviso, la qualità del suono dipende dal rapporto tra i suoni e non sta nel singolo suono, quindi dipende dalla dinamica e dall’agogica.

Nel capitolo ventiquattresimo affronta il problema dello *Stile*. Pur considerando la meccanica del pianoforte, che è simile da strumento a strumento, e i principi meccanici-fisiologici che regolano l’esecuzione pianistica, Ortmann ritiene che ogni modo di suonare è diverso da un altro, tanto da parlare di “stile” individuale. Trova un modo per investigare i rudimenti dello stile attraverso la registrazione di una stessa frase eseguita da diversi pianisti che utilizzano la medesima diteggiatura. A suo avviso se la durata e l’intensità dei suoni sono

uniformi, il risultato sonoro dovrebbe essere il medesimo, ma ciò non accade poiché sono sempre presenti delle variazioni di intensità e di durata influenzati dall'aspetto emotivo. Dopo aver analizzato diversi passaggi tratti da brani virtuosistici, come le ottave eseguite dalla mano sinistra della Polacca in La bemolle di Chopin, trova differenze nella traiettoria del movimento e crede, quindi, che in esse risiede l'individualità dello stile. Oltre alla geometria del movimento, gli altri fattori che determinano la differenze di stile sono la dinamica e l'agogica. Per registrare la geometria usa una macchina fotografica, per le altre due un dinamografo.

L'imponente lavoro di Ortmann giunge al termine. Nella *Conclusion* mostra come ci sia bisogno di una revisione nell'insegnamento del pianoforte. Sostiene che il rilassamento e il trasferimento di peso sono il risultato di un tentativo di allontanare la posizione della mano immobile della vecchia scuola; afferma che nell'opera c'è una certa necessità di ritornare ad alcuni principi della vecchia scuola, per esempio la pratica di esercizi per le dita con il braccio sui tasti, senza cioè peso del braccio. È quindi convinto che l'azione del dito non ha avuto grande considerazione nella tecnica pianistica, che l'ha solo finalizzata alla produzione della velocità e brillantezza. In generale le acquisizioni pianistiche dei movimenti sono a suo modo di vedere primariamente un processo psicologico. Le registrazioni mostrano che un coordinamento muscolare varia inseguito ad ogni cambiamento del tempo, intensità o altezza del suono. Quando cambia uno dei fattori tempo, intensità e altezza, la reazione muscolare si modifica, ma il movimento deve essere sempre in relazione con il suono che si vuole produrre. La stimolazione elettrica ha mostrato che muscolarmente e meccanicamente un bambino normale è pronto a suonare una sequenza rapida di 5 dita come un adulto allenato: la differenza sta nell'abilità di comandare alle dita in anticipo il movimento da compiere; ciò dimostra che la differenza consiste nell'esperienza.

Lo studio vuole mostrare come una conoscenza dei principi fondamentali della meccanica e dell'azione muscolare può essere utile per un insegnante. Conoscere la localizzazione dei muscoli e i loro vari angoli di tiro previene l'assegnamento di condizioni meccaniche impossibili; farà sì che si diano esercizi corretti muscolarmente; renderà capaci di distinguere la normale fatica muscolare dalla fatica dello scoordinamento ed economizzerà tempo. La procedura sperimentale qui usata mostra la necessità di rigettare tutte le sensazioni degli insegnanti o allievi e invece registrare il movimento con un metodo grafico. In un campo dove le emozioni e l'immaginazione svolgono giustamente un ruolo

primario, le basi fisiche e fisiologiche devono essere separate da quelle psicologiche.

Per riassumere, Ortmann discute nel dettaglio la vibrazione della corda e la produzione del suono. Da delle rappresentazioni grafiche dell'onda sonora, prodotta da differenti percussioni del tasto e descrive le parti anatomiche della mano e del braccio e i loro effetti sulla produzione del suono. Il libro non è un manuale pratico e manca di specifiche informazioni sulla diteggiatura. Tuttavia, Ortmann esamina varie posizioni di dita con i loro possibili effetti sulla velocità del tasto, e provvede diagrammi che mostrano il diretto impatto di queste posizioni sulla produzione del suono.

II.

Breve storia della meccanica del pianoforte

2.1 La nascita del pianoforte

Il pianoforte è un raro esempio di strumento musicale la cui paternità è certa: un ingegnoso costruttore di clavicembali in servizio presso la corte di Ferdinando di Toscana, tra il 1690 ed il 1732, impressionato, forse, da una serie di strumenti a corde percosse, costruisce il primo *gravicembalo col piano e col forte*. Bartolomeo Cristofori realizza, così, il desiderio espresso da François Couperin nella prefazione al Primo Libro dei *Pièces de clavecin*: «Il clavicembalo è perfetto quanto all'estensione, e di suono brillante; siccome però non è possibile aumentare o attenuare i suoni, sarò eternamente grato a coloro che, grazie a un'arte profonda e sorretta dal gusto, potranno pervenire a rendere questo strumento suscettibile di espressione». Com'è noto né Cristofori, né il francese Jean Marius, che nel 1716 presenta all'Académie Royale des Sciences di Parigi ben quattro progetti per la costruzione di alcuni *clavecins à maillets et à sauteraux*, ebbero fortuna, probabilmente perché troppo in anticipo rispetto ai tempi.

Bartolomeo Cristofori, cembalero presso la corte di Ferdinando de' Medici a Firenze, dal 1688 o 1689, costruisce il primo prototipo di pianoforte, sollecitato probabilmente da un gruppo di nobili fiorentini non più soddisfatto dal clavicembalo. Mario Fabbri, dedicatosi alla questione dell'invenzione del pianoforte, ritrovò alcuni documenti risalenti al 1698 sulle prime sperimentazioni volute dal Serenissimo Gran Principe Ferdinando, che portano alla costruzione di un «Arpicembalo di Bartolomei Cristofori, di nuova inventione, che fa il piano e il forte».¹¹⁰ Fabbri ha inoltre ricostruito le discussioni tenute presso la corte medicea, durante le quali si argomentava «il come si possa render su gli strumenti il parlar del cuore, ora con delicato tocco d'angelo, ora con violenta irruzione di passioni»,¹¹¹ osservando che «il Cembalo non completa tutto l'esprimere di sentimento umano».¹¹²

Emerge così come gli intellettuali fiorentini auspicassero la nascita di uno strumento capace di fondere due fattori inconciliabili: i vantaggi della “macchina”

¹¹⁰ M. FABBRI, *L'alba del pianoforte: verità storica sulla nascita del primo cembalo a martelletti*, Milano, Nuove edizioni Milano 1968, p. 23.

¹¹¹ *Ivi*, p. 25.

¹¹² *Ibidem*.

e il controllo continuo del suono. Un'utopia che Cristofori tenta di far diventare realtà, pensando ad uno strumento a corde percosse. Tale strumento già esisteva ed era chiamato *Hackbrett* (o *dulcimer* o *tympanon*): le corde venivano percosse mediante due mazzuoli tenuti in mano dall'esecutore. Verso il 1697 il tedesco Pantaleon Hebenstreit, suonatore di *Hackbrett*, era diventato tanto celebre che più tardi lo strumento sarà ribattezzato dal re Luigi XIV *pantaleon* o *pantalon*. Non si sa se Cristofori lo conoscesse, ma certo è che la soluzione da lui adottata consiste nell'inserire il meccanismo percussivo tipico del pantaleon nella struttura del clavicembalo. Questa viene mantenuta intatta (una serie di corde tese su un telaio di legno le cui vibrazioni vengono amplificate dalla vibrazione di un piano di legno sottile, la tavola armonica) e i salterelli vengono sostituiti da mazzuoli in legno ricoperti in pelle, chiamati martelletti. Il nuovo strumento verrà denominato dal costruttore stesso «gravecembalo col piano e forte».

La vera novità del *gravecembalo* consiste nella sua capacità di modificare l'intensità del suono, realtà quasi impossibile sul clavicembalo e possibile, in termini ristretti sul clavicordo. L'esigenza di una variazione d'intensità risulta evidente dalla lettura di un articolo pubblicato dal Marchese Scipione Maffei nel *Giornale de' Letterati* di Venezia del 1711. Nell'introduzione si legge:

Se il pregio delle invenzioni dee misurarsi dalla novità, e dalla difficoltà, quella, di cui siamo al presente a dar ragguaglio, non è certamente inferiore a qualunque altra da gran tempo in qua si sia veduta. Egli è noto, a chiunque goda della musica, che uno dei principali fonti, da quali traggono i periti di quest'arte il segreto di singolarmente diletta chi ascolta, è il piano ed il forte; o sia nelle proposte, e risposte, o sia quando con artificiosa degradazione lasciandosi a poco a poco mancar la voce, si ripiglia poi ad un tratto strepitosamente: il quale artificio è usato frequentemente, ed a maraviglia ne gran concerti di Roma con diletto incredibile di chi gusta la perfezione dell'arte. Ora di questa diversità, ed alterazione della voce, nelle quali eccellenti sono fra gli strumenti ad arco, affatto privo è il gravecembalo; e sarebbe da chi che sia stato riputata una vanissima immaginazione il proporre di fabbricarlo in modo, che avesse questa dote. Con tutto ciò una sì ardua invenzione è stata non meno felicemente pensata, che eseguita in Firenze, dal Sig. Bartolomeo Cristofali, Padovano, Cembalista, stipendiato dal Serenissimo Principe di Toscana. Egli ne ha finora fatti tre della grandezza ordinaria degli altri gravecembali e sono tutti riusciti perfettamente. Il cavare il suono da questi maggiori, o minor suono dipende dalla diversa forza, con cui dal sonatore vengono premuti i tasti, regolando la quale, si viene a sentire non solo il piano, e il forte, ma la degradazione, e diversità della voce, qual sarebbe in un violoncello.¹¹³

¹¹³ S. MAFFEI, *Nuova invenzione d'un gravecembalo col piano, e forte, aggiunte alcune considerazioni sopra gl'instrumenti musicali*, «Giornale dei letterati d'Italia», V, Venezia, 1711, p. 144.

I compositori del tempo non dimostrano, quindi, interesse nei confronti di questo nuovo strumento continuando a preferire il clavicembalo. Continua Maffei:

Alcuni professori non hanno fatto a quest'invenzione tutto l'applauso ch'ella merita; prima perché non hanno inteso, quanto ingegno si richiedesse a superare le difficoltà, e qual meravigliosa delicatezza di mano per compirne con tanta aggiustatezza il lavoro; in secondo luogo, perché è paruto loro, che la voce di tale strumento, come differente dall'ordinaria, sia troppo molle, e ottusa.[...] ma questo è un sentimento, che si produce al primo porvi su lemani per l'assuefazione, che abbiamo all'argentino degli altri graveceembali; per altro in breve tempo vi si adatta l'orecchio, e vi si affeziona talmente, che non sa staccarsene, e non gradisce più i graveceembali comuni; e bisogna avvertire, che riesce ancor più soave l'udirlo in qualche distanza.¹¹⁴

Maffei, compresa la rilevanza dell'invenzione, si poneva in controtendenza rispetto al gusto del tempo. Non sembra, infatti, che Georg Friedrich Händel alla corte di Firenze tra il 1706 e il 1707, si appassionasse allo strumento sopraccitato e lo stesso Johann Sebastian Bach espresse riserve sul nuovo strumento. L'unico compositore barocco che concesse attenzione allo strumento di Cristofori è Lodovico Maria Giustini, coetaneo di Bach e Scarlatti, autore di dodici *Sonate da Cimbalo di piano e forte, detto volgarmente di martelletti* op. I, pubblicati a Firenze nel 1732.

¹¹⁴ *Ibidem.*

2.2 La meccanica del *gravecembalo* di Bartolomeo Cristofori

Dall'inizio del XVIII secolo Cristofori si era molto impegnato per migliorare la meccanica, riuscendo a costruire forse una ventina di *graveembali col piano e forte*, anche se sono giunti sino a noi solo tre strumenti, databili 1720, 1722 e 1726.

Ecco un primo grafico, forse disegnato dallo stesso Cristofori, che illustra la meccanica da lui ideata (Fig. 2.1).

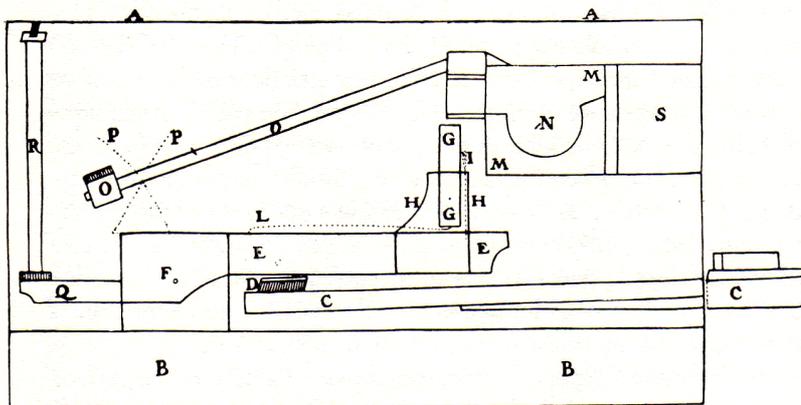


Fig. 2.1 Il grafico, probabilmente disegnato e commentato dallo stesso Cristofori, rappresenta la nuova meccanica da lui ideata

Spiegazione del disegno

A corda. B telaio, o sia pianta della tastatura. C tasto ordinario, o sia prima leva, che col zocchetto alza la seconda. D zocchetto del tasto. E seconda leva, alla quale sono attaccate una per parte le ganasce, che tengono la linguetta. F perno della seconda leva. G linguetta mobile, che alzandosi la seconda leva, urta, e spinge in su il martello. H ganasce sottili, nelle quali è imperniata la linguetta. I filo fermo d'ottone schiacciato in cima, che tien ferma la linguetta. L molla di fil d'ottone, che va sotto la linguetta, e la tiene spinta verso il filo fermo, che ha dietro. M pettine, nel quale sono seguitamente infilati tutti i martelletti. N rotella del martello, che sta nascosta dentro al pettine. O martello, che spinto per di sotto dalla linguetta va a percuoter la corda col dente, che ha su la cima. P incrociatura di cordoncini di seta, fra' quali posano l'aste de' martelli. Q coda della seconda leva, che si abbassa nell'alzarsi la punta. R registro di saltarelli, o spegnoij, che premuto il tasto si abbassano, e lasciano libera la corda, tornando subito a suo luogo per fermare il suono. S regolo pieno per forza del pettine.

Diversa è, invece, la meccanica del *pianoforte* costruito nel 1726 (Fig. 2.2).

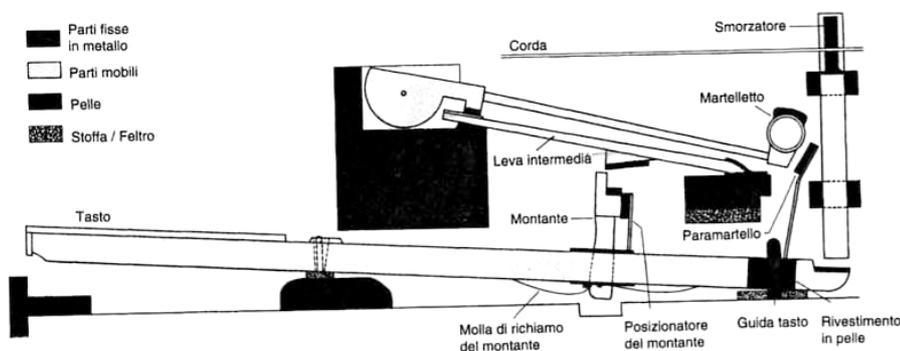


Fig. 2.2. Meccanica di un pianoforte costruito da Cristofori nel 1726. Da notare la presenza del paramartello

Le **Figure. 2.1 e 2.2** evidenziano l'innovativo principio dell'uso dei martelletti al posto dei salterelli che pizzicano le corde dei cembali così da produrre variazioni dinamiche. Oltre l'applicazione dei martelletti di legno duro e fasciati di feltro, gli altri due elementi fondamentali dell'invenzione sono lo scappamento e lo smorzato. La difficoltà principale nella costruzione di uno strumento nel quale le corde devono essere colpite da martelletti consiste nell'ideare un sistema grazie al quale il martelletto stesso, una volta colpita la corda ad una notevole velocità, possa ricadere immediatamente, evitando così di andare a smorzare le vibrazioni della corda da esso provocate. Per favorire un rimbalzo immediato, le corde non devono sollevarsi in seguito all'impatto del martelletto; di conseguenza esse devono essere più spesse e ad un livello di tensione maggiore rispetto al clavicembalo. I martelletti, lanciati verso le corde, devono risultare liberi per almeno una piccola parte del loro tragitto. Più tale percorso "libero" si riduce più è possibile per il pianista effettuare il controllo sulla velocità del martelletto e, di conseguenza, sull'intensità del suono. Quando, però, questa distanza si riduce, è possibile che il martelletto rimanga schiacciato contro le corde o rimbalzi avanti e indietro, determinando lo smorzamento del suono. Cristofori fornisce la soluzione a tale problema con un meccanismo che avvicina il martelletto alla corda, facendolo subito ricadere lontano da essa, anche se il tasto rimane abbassato. Il meccanismo ideato da Cristofori prenderà il nome di *scappamento*.

Lo strumento viene dotato anche di un sistema di leve che permette ai martelletti di muoversi a velocità notevole e di un *paramartello* che ha la funzione di attutire la ricaduta del martelletto evitando che esso rimbalzi nuovamente verso la corda. Questo meccanismo è in grado di far cessare la vibrazione delle corde quando i tasti non sono abbassati, ricorrendo a piccoli pezzi di legno sui quali si trovano gli smorzatori che sono poggiati sulla parte terminale del tasto. Nel momento in cui il tasto viene abbassato, lo spingitore imperniato ed incastrato su di esso viene spinto verso l'alto fino ad incontrare un elemento triangolare al di sotto della leva intermedia, posta vicino al punto di attacco dell'asta del martelletto. Il montante si solleva quasi alla stessa velocità del tasto, mentre la parte terminale della leva intermedia si alza ad una velocità doppia e il martelletto ad una velocità quattro volte maggiore. Lo scappamento viene realizzato tramite il montante, che si sposta in avanti poco prima che il martelletto raggiunga la corda, in maniera tale che il blocchetto sotto la leva intermedia possa ricadere sulla parte imbottita del montante stesso. Di conseguenza, anche se il tasto viene tenuto abbassato, il martelletto ricade almeno di un centimetro al di sotto della corda.

La costruzione dei pianoforti di Cristofori è simile a quella di un clavicembalo italiano del XVIII secolo, dotato di un corpo sonoro piuttosto massiccio. L'unica differenza consiste in una maggiore robustezza e pesantezza, necessarie considerato l'utilizzo di corde più spesse e più tese. Di conseguenza, la distanza tra il somiere¹¹⁵ e la traversa in fondo (cioè, il forte sostegno trasversale che regge il bordo anteriore della tavola armonica), attraverso cui i martelletti passano per andare a colpire la corda, viene sormontata da una serie di rinforzi in legno, detti distanziatori (non presenti nei clavicembali italiani). La loro funzione è di impedire che il somiere possa contorcersi o curvarsi, evitando che l'intera struttura subisca delle trasformazioni o crolli completamente.

Due dei tre pianoforti di Cristofori giunti fino a noi presentano un somiere invertito, nel quale le caviglie sono conficcate per intero. Secondo Maffei, il progetto presenta due vantaggi: il primo riguarda il colpo del martelletto che non determina lo spostamento della corda; il secondo concerne il somiere che, essendo invertito, permette di sistemare le corde più vicine alla parte superiore della meccanica, consentendo ai martelletti di non essere troppo alti.

Il suono dei pianoforti di Cristofori è molto simile a quello del clavicembalo per l'uso di corde ancora troppo sottili e per la durezza dei martelletti. Interessante è l'effetto 'una corda', ottenuto facendo scorrere la tastiera in modo che i martelletti colpiscano solamente una delle due corde di cui ciascuna nota è dotata. Al di là di questo effetto, non esistevano ancora sistemi di pedali o altri meccanismi simili in grado di modificare il colore sonoro.

2.3 Le modifiche successive

Alla morte di Cristofori nel 1731, sono le case costruttrici tedesche e i musicisti di quell'area geografica ad esplorare più a fondo il lavoro svolto dall'inventore italiano. Tra il 1722 e il 1725 viene pubblicata una traduzione in tedesco della relazione di Maffei nella rivista *Critica musica* del musicologo Johann Mattheson. Essa viene letta probabilmente da Gottfried Silbermann, il quale avrebbe iniziato a sperimentare, intorno agli anni '30, la costruzione di un pianoforte. Neanche questa volta lo strumento piace a Johann Sebastian Bach che ne rileva la povertà del suono nel registro acuto e la pesantezza della meccanica.

¹¹⁵ Il somiere è la parte di legno nella quale si trovano conficcate le caviglie intorno alle quali vengono inserite le corde. È stato notato che il materiale più adatto per la costruzione di somieri è il legno, la cui lavorazione rappresenta uno dei tanti segreti dei fabbricanti di pianoforti.

Negli anni seguenti Silbermann costruisce altri strumenti la cui meccanica, e sonorità vengono finalmente approvate dallo stesso Bach. Alcuni di essi sono acquistati da Federico il Grande ed è su questi che è stato possibile procedere con un'analisi della meccanica.

I due pianoforti Silbermann appartenuti a Federico e giunti fino a noi presentano una meccanica identica a quelli dei pianoforti di Cristofori. Il costruttore tedesco rimane fedele all'idea italiana riguardante il somiere invertito e la distanza tra le corde; lo stesso vale anche per i martelletti vuoti fatti di pergamena arrotolata presenti nello strumento del 1726 e messi, insieme ai cordoncini di seta al posto del paramartello, a sostituire i piccoli pezzi di legno presenti nel disegno di Maffei. Silbermann aggiunge, però, dei meccanismi manuali che permettono di sollevare gli smorzatori dei suoni alti e bassi e mantiene il meccanismo che permette l'effetto "una corda". Già intorno agli anni '40, dunque, si trovano due sistemi in grado di modificare la sonorità del pianoforte.

Altri costruttori tedeschi, alcuni dei quali non erano informati del lavoro di Cristofori, anche se conoscevano l'esistenza di un "clavicembalo a martelletti", realizzano, con meccanismi meno complicati, altri strumenti tra cui quelli di Johann Socher, la cui meccanica, che consiste in un martelletto spinto verso l'alto da un pezzo di legno posto all'estremità del tasto, prende il nome di *Stossmechanik* e rappresenta il principio sul quale i costruttori inglesi e i loro successori si sono basati per la produzione di pianoforti.

La *Prellmechanik*

Mentre Cristofori e Silbermann tentavano di realizzare un clavicembalo dotato di espressione dinamica, altri costruttori tedeschi ed austriaci, nell'ultima parte del XVIII secolo, puntano su uno strumento simile al clavicordo ma dotato di una maggiore sonorità. Tali pianoforti, che prevedono l'utilizzo della *Prellmechanik*, si differenziano dal clavicordo per due elementi: una vite posta sul retro che determina la lunghezza espressiva delle corde e, al posto della tangente,¹¹⁶ un martelletto imperniato sulla parte retrostante del tasto. Nella *Prellmechanik* semplice (fig. 2.3), usata più comunemente, se non esclusivamente, per i pianoforti a tavolo, ciascuna asta del martelletto è collegata al proprio tasto; essa si trova direttamente sopra o di fianco oppure può essere collegata ad esso tramite una

¹¹⁶ La *tangente* è un pezzetto di metallo applicato all'estremità di ogni tasto del clavicordo internamente alla cassa. Esso funge da martelletto per la percussione della corda.

forcella o pezzo di legno o metallo (la cosiddetta ‘forcola’ o *Kapsel*); la testa del martelletto si trova in direzione dell’esecutore e la parte terminale (detta ‘contracolpo’) è inserita in una struttura fissa denominata *Prelleiste*. Nel momento in cui la parte posteriore del tasto si solleva, il martelletto viene spinto verso l’alto in direzione della corda.

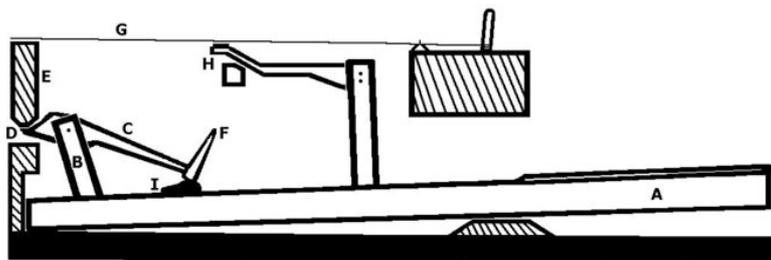


Fig. 2.3. *Prellmechanik* tipica (circa 1770). A) *Kapsel*; B) *Prelleiste*; C) smorzatore; D) corda; E) leva del tasto.

Dalla Figura 2.4 è possibile notare, una meccanica a martelli a percussione verso l’alto che agisce in base al principio «del rimbalzo», costruita per prima da Gottfried Silbermann nel 1731 a Freiberg, presso Dresda. Qui il martello ha sede in una forcola sull’estremità posteriore del tasto, e premendo questo, il martello rimbalza contro le corde. L’estremità posteriore del tasto sporge un po’ oltre il perno e viene a trovarsi subito sotto ad un listello; la distanza tra la punta del contracolpo e il perno del manico del martelletto (o ‘filo di centro’) è inferiore rispetto a quella tra il perno e il martelletto. Di conseguenza, quest’ultimo raggiunge una velocità maggiore rispetto alla parte retrostante del tasto: si è resa dunque necessaria un’adeguata distanza di percorso “libero”, dal momento che non è presente lo scappamento in grado di impedire al martelletto un secondo colpo contro la corda o di bloccare e interrompere il suono.

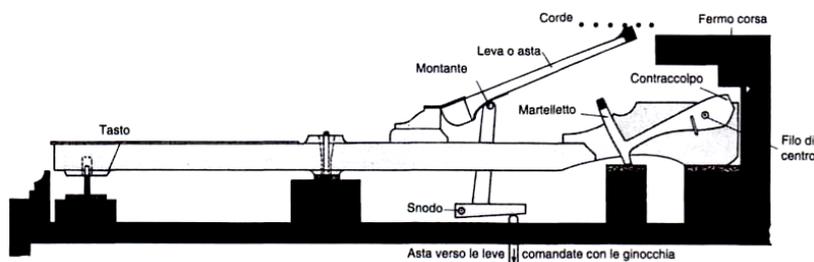


Fig. 2.4. Meccanica “a rimbalzo” senza scappamento appartenente ad un anonimo pianoforte a tavolo della Germania meridionale databile intorno al 1770

Lo sviluppo di uno scappamento specifico per la *Prellmechanik* viene attribuito a Johann Andreas Stein, fabbricante di strumenti a tastiera di Augusta. Uno strumento di Stein etichettato 1773, attualmente conservato presso la Karl-Marx-Universität di Lipsia, può essere considerato il più antico pianoforte esistente dotato di scappamento per la *Prellmechanik*. Già verso il 1777 questo tipo di meccanismo deve aver raggiunto un alto grado di evoluzione, considerando che Mozart, in visita presso gli Stein ad Augusta, lo trova di suo gradimento.

Nella *Prellmechanik* più evoluta (Fig. 2.5) ogni tasto è fornito di proprie leve per lo scappamento. Ogni leva ha una tacca nella quale va ad inserirsi il contraccolpo del manico del martelletto ed è dotata di una propria molla di ritorno. Nel momento in cui il tasto viene abbassato, la parte superiore della tacca relativa alla leva dello scappamento si blocca incontrando il contraccolpo e facendo, di conseguenza, sollevare il martelletto. La combinazione dei due archi compiuti dal tasto e dal martelletto fa sì che il contraccolpo si allontani dalla scappamento: il martelletto scorre liberamente prima di andare a colpire la corda e ricade verso il basso nella sua posizione di riposo. Rilasciato il tasto, il contraccolpo scorre verso il basso andando a riagganciare la leva dello scappamento nell'apposita tacca.

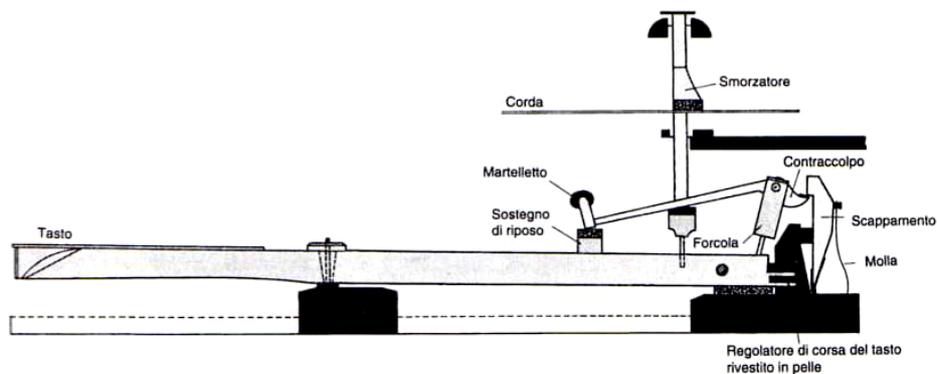


Fig. 2.5. Meccanica “a rimbalzo” con scappamento, probabilmente adottata per la prima volta da Andreas Stein, appartenente ad un pianoforte Heilman del 1785 circa

Una caratteristica presente in questo tipo di pianoforte è data dall'estrema leggerezza e dalla dimensione ridotta dei martelletti; la loro sottile copertura in pelle (e non in feltro) si rivela importante per la delicatezza delle articolazioni e delle sfumature di questi strumenti che ricordano molto il clavicordo. La meccanica Stein presenta martelletti vuoti arrotondati simili a quelli dei pianoforti Silbermann, ma fatti con legno di nocciolo oppure martelletti più corti e resistenti costituiti da legno di pero (anche le forcole, *Kapseln*, sono dello stesso materiale). Tutti gli strumenti Stein dal 1778 al 1783 a noi pervenuti riportano martelletti

vuoti e arrotondati e presentano, al di sopra della leva del tasto, un sostegno per la posizione di riposo del martelletto, ricoperto da un sottile strato di stoffa che aiuta ad ammortizzare il colpo di ricaduta. La tastiera è, in generale, di abete rosso con ricoperture in ebano per i tasti della scala diatonica e di legno in pero tinto, ricoperto di osso e avorio, per i tasti delle alterazioni. I singoli smorzatori sono sistemati all'interno di un'apposita struttura posta al di sopra delle corde che l'esecutore può comandare tramite leve per le ginocchia sistemate al di sotto della tastiera. Gli strumenti Stein presentano un sistema a due o, per l'ottava più alta, a tre corde, anche se, in alcuni casi, esse risultano doppie o triple per tutto lo strumento; le corde di ciascuna nota non sono equamente distanziate come nello strumento di Cristofori ma fissate molto vicine tra loro.

Sembra che Anton Walter, costruttore viennese, abbia usato, intorno al 1780, una *Prellmechanik* diversa da quella creata Stein. Le leve dello scappamento si muovono in avanti determinando un minore livello di tensione della molla e una barra mobile determina il punto in cui il contraccolpo lascia la tacca della leva dello scappamento. I martelletti sono più lunghi e più grandi e il loro punto di partenza si trova vicino alla leva del tasto; non esistono veri e propri supporti per la posizione di riposo. Un paramartello evita il rimbalzo del martelletto verso la corda; le forcole sono costruite in ottone: queste *Kapseln*, rispetto a quelle in legno di Stein, hanno il vantaggio di rendere il movimento della leva del martelletto relativamente privo di attrito; gli smorzatori sono sollevati da leve comandate dalle ginocchia. È presente nei primi strumenti del costruttore il meccanismo della sordina; in un caso si trova anche il cosiddetto pedale "fagotto", in grado di provocare un brusio derivante da un foglio di pergamena colpito dal martelletto sulle corde di ottone. Il sistema delle corde è doppio e triplo nell'ottava più alta.

La *Prellmechanik* ha avuto particolare diffusione nella Germania meridionale e a Vienna, tanto da passare alla storia come "meccanica viennese".

La meccanica inglese

La comparsa dei primi pianoforti a Londra si attesta intorno al 1750-60. Secondo lo storico e musicista inglese Charles Burney, il primo a raggiungere l'Inghilterra era stato costruito da Padre Wood, un frate inglese operante in quel periodo a Roma, per Samuel Crisp, il quale lo acquista verso il 1752 durante uno dei suoi viaggi in Italia. Dai commenti di Burney risulta evidente come l'Inghilterra fosse musicalmente matura per il nuovo strumento, tanto che anche qui nasce una vera e propria scuola costruttrice.

Il primo importante costruttore di pianoforti inglesi è Johannes Zumpe, emigrato dalla Sassonia intorno al 1760. Allievo Silbermann, lasciata la Germania come molti altri fabbricanti di strumenti, forma quel gruppo conosciuto come i “Dodici Apostoli”. Il pianoforte Zumpe è reso famoso da Johann Christian Bach che lo utilizzava per i suoi concerti pubblici.

La prima meccanica per pianoforte ideata da Zumpe, nota come “meccanica semplice inglese” (Fig. 2.6), riduce il sistema di Cristofori e Silbermann allo stretto necessario: il costruttore sostituisce il montante e la leva intermedia, presenti nella meccanica di Cristofori, con un filo metallico, detto “pilota”, posto sul tasto; esso, ricoperto in pelle nell’estremità superiore, agiva direttamente sul martelletto. L’assenza dello scappamento e del paramartello non impediva che il martelletto, rimbalzando, andasse a ripercuotere la corda, mentre il tasto veniva tenuto abbassato. Per gli smorzatori viene utilizzata una leva a molla fissata sulla parte retrostante del pianoforte al di sopra delle corde. Il singolo smorzatore viene sollevato da una piccola asticella in legno (“montante”) che passa tra le corde e che si solleva quando viene abbassato il tasto; la molla, fatta di osso di balena o di altri materiali simili, facilita il ritorno dello smorzatore nella posizione iniziale una volta rilasciato il tasto.

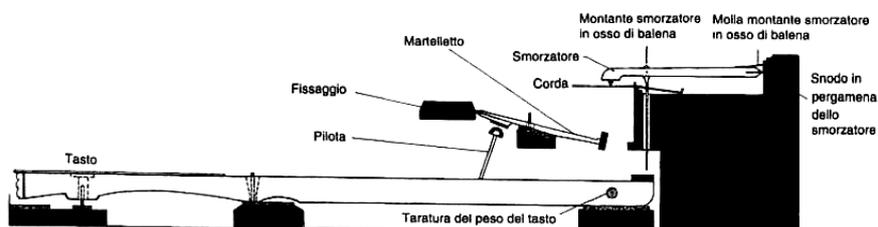


Fig. 2.6. Meccanica semplice di un pianoforte a tavolo secondo il modello di Zumpe costruito da Jacob e Abrham Kirckman nel 1775

Negli anni '80 Zumpe sviluppa una meccanica doppia in cui figurano una leva intermedia e due fili metallici “pilota”, che viene adottata anche da alcuni suoi successori, come la Schiene & Co., Freudenthaler a Parigi, Ermel a Bruxelles e, infine, Erard. È però Johann Geib, impiegato presso la Longman & Broderip, ad ottenere il brevetto (n. 1571) per una meccanica doppia ulteriormente evoluta (fig. 2.7). Essa, comprendente uno scappamento a molla a forma di cavalletta, molto sofisticato, che sostituirà completamente, nei pianoforti a tavolo inglese, la meccanica semplice.

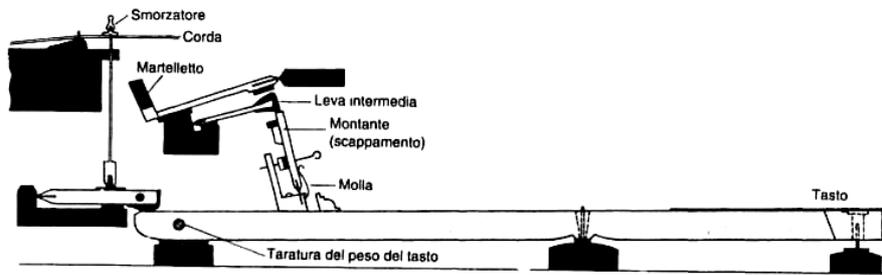


Fig. 2.7. Meccanica doppia di un pianoforte secondo il modello di Geib costruito dalla Broderip & Wilkinson intorno al 1800 circa

La meccanica per il pianoforte a coda inglese viene sviluppata per la prima volta da Americus Backers, con l'aiuto di John Broadwood e del suo apprendista Robert Stodart, tra il 1772 e il 1776. Il più antico pianoforte ancora oggi esistente dotato della "meccanica Backers" risale al 1772 ed è conservato presso la Russel Collection di Edimburgo.

Nella meccanica inglese dei pianoforti a coda, la leva intermedia non è presente e uno scappamento, o montante, agisce direttamente contro la cerniera del martelletto; gli smorzatori vengono incollati ad un pezzettino di legno. Il primo brevetto (n. 1172) relativo a questo tipo di meccanica è datato 1777 e appartiene a Robert Stodart e alla sua combinazione strumentale di pianoforte e clavicembalo; in un secondo momento la ditta Broadwood decide di adottare tale meccanica, apportando però alcune modifiche (Fig. 2.8).

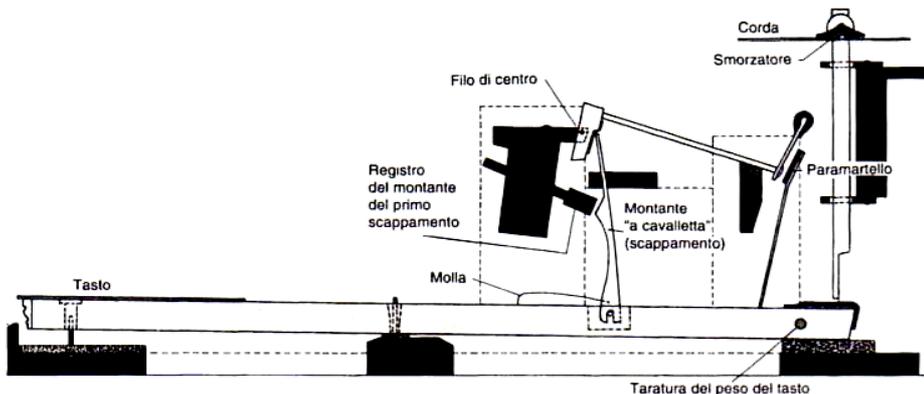


Fig. 2.8. Meccanica di un pianoforte a coda inglese Broadwood del 1799

Tra le più importanti modifiche apportate da Broadwood figurano un livello di tensione delle corde genericamente più omogeneo e una maggiore precisione del colpo dei martelletti su un determinato punto della corda. Tale punto ideale viene fissato a circa un nono della lunghezza della corda: Broadwood evita, così, la generazione di armoniche indesiderate, raggiungendo una qualità sonora più

uniforme lungo tutta l'estensione dello strumento. Non si concludono qui i miglioramenti e le invenzioni apportati prima del 1800 ai pianoforti inglese. Il londinese George Pether, ad esempio, crea un'ingegnosa meccanica che permette di colpire le corde dall'alto verso il basso, una specie di *Prellmechanik* capovolta.

La produzione pianistica francese viene, in questo periodo, molto influenzata da quella inglese. Sono fondamentali per l'evoluzione della meccanica le attività del costruttore francese Sébastien Erard che realizza il suo primo pianoforte nel 1777, limitandosi a copiare la meccanica adottata da Zumpe per i suoi strumenti da tavolo. Nel 1790, invece, ne sviluppa una del tutto personale, definita *à double pilote*, una variante al secondo tipo di sistema ideato da Zumpe. Il primo pianoforte a coda Erard (1796) adotta, dunque, una meccanica inglese modificata.

La meccanica viennese nel XIX secolo

Già all'inizio dell'Ottocento viene ampliata l'estensione di cinque ottave dei pianoforti tedeschi e viennesi, mentre la tastiera vede cambiare i propri colori passando dal nero al bianco per i tasti bassi e dalla copertura bianca a quella nera per quelli alti. La struttura del telaio¹¹⁷ diventa più pesante a causa delle aumentate dimensioni degli strumenti e della maggiore pesantezza delle cordiere.

I primi esempi firmati e datati di pianoforti con meccanica viennese e pedali per gli smorzatori al posto di leve per le ginocchia sono quelli di Nanette Streicher e Joseph Brodmann. Intorno al 1820 circa, un pianoforte a coda tipicamente viennese era lungo quasi due metri e mezzo ed era dotato di pedali da un minimo di due ad un massimo di sei. Tra il 1820 e il 1840 compaiono a Vienna una grande quantità di invenzioni e brevetti atti a migliorare le prestazioni del pianoforte. Le maggiori attenzioni sono rivolte alla struttura della tavola armonica, alle *Kapseln*, alla tastiera e ai dispositivi per spingere verso il basso viti e ponticelli.¹¹⁸ Nel 1823 Johann Baptist Streicher brevetta la sua meccanica con percussione dall'alto verso il basso, mentre nel 1831 inventa una meccanica "anglo-tedesca" nella quale lo schema della tradizionale meccanica viennese si combina con i principi di funzionamento dei pianoforti inglesi (Fig. 2.9).

¹¹⁷ Il *telaio* è l'ossatura metallica applicata alla tavola del pianoforte su cui sono tese le corde. Permette una resistenza molto maggiore della tavola alla somma considerevole delle tensioni delle corde.

¹¹⁸ I *ponticelli* sono gli elementi di collegamento tra le corde e la tavola armonica. L'energia vibrante delle corde viene trasmessa attraverso i ponticelli, per "moto armonico", alla tavola armonica. Allo stesso tempo, i ponticelli costituiscono una delle estremità della parte vibrante della corda stessa.

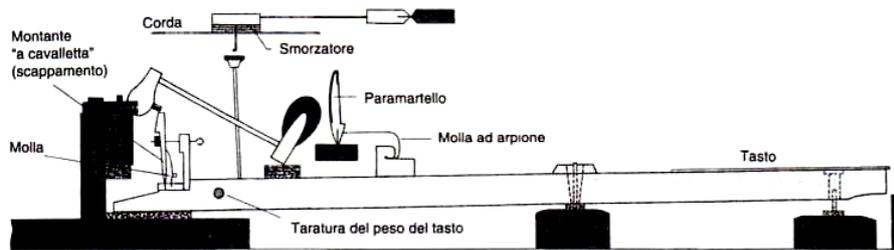


Fig. 2.9. Meccanica anglo-tedesca in un pianoforte viennese di Johann Streicher del 1845 circa

I pregi propri dei pianoforti costruiti secondo lo stile inglese e viennese, ossia il loro tocco e la loro sonorità, sono stati in diverse occasioni fonte di aspre e vivaci discussioni. Mentre alcuni compositori come Beethoven, Schumann e Brahms, mantengono il loro legame con il pianoforte viennese, nel corso del secolo il mutato gusto musicale e la nuova tecnica esecutiva, contribuiscono a sfavorirlo. Joseph Fischhof, membro della giuria alla Grande Mostra del 1851, si lamenta amaramente, nel suo *Versuch einer Geschichte des Clavierbaues* (1853), del comportamento tenuto dai colleghi, i quali enfatizzavano molto sul solo aspetto del volume sonoro dello strumento, mantenendo un atteggiamento discriminatorio nei confronti dei pianoforti viennesi, costruiti per soddisfare quel gusto per le leggere sfumature e per le esecuzioni espressive tipico della capitale austriaca. La richiesta di una sonorità maggiore, basata su un suono fondamentale più forte con meno armonici, determina la realizzazione di cordiere più pesanti e una struttura del telaio più spessa e robusta, con martelletti e smorzatori più pesanti (Fig. 2.10 e Fig. 2.11).

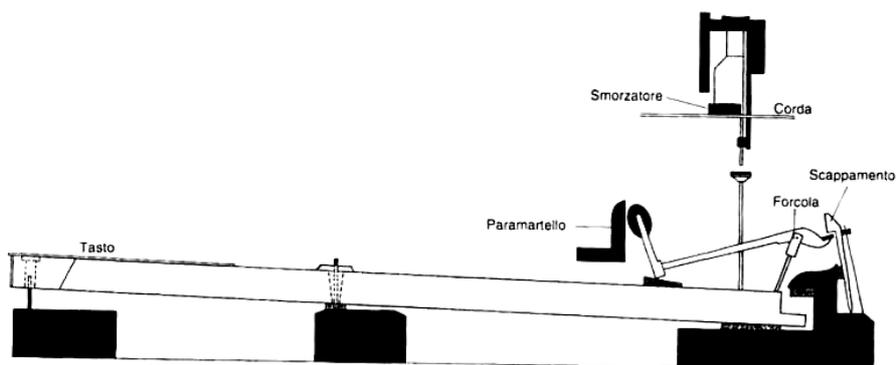


Fig. 2.10. Meccanica "a rimbalzo" (viennese) in un pianoforte di Graf del 1826

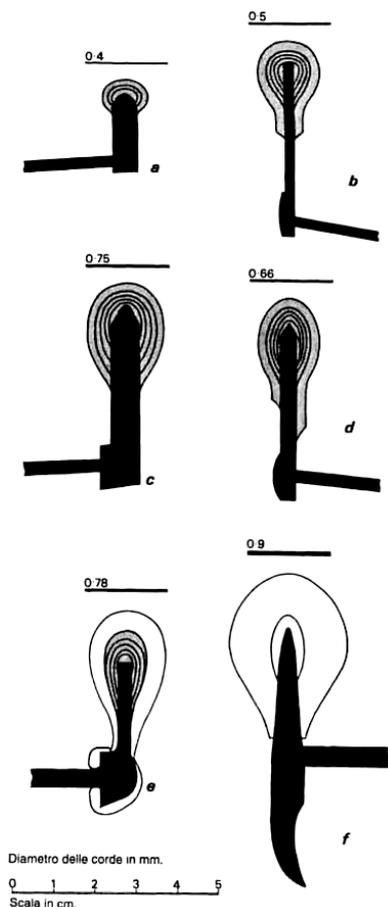


Fig. 2.11 Confronto tra sei martelletti (riguardanti tutti la nota fa^3) e relative corde; da rilevare il loro progressivo aumento di misura, in contemporanea con lo sviluppo dello strumento: (a) Germania meridionale (Heilman), 1785 circa; (b) Inglese (Broadwood), 1806 circa; (c) Viennese (Graf), 1826; (d) Inglese (Broadwood), 1823 circa; (e) Francese (Erard), 1825 circa; (f) Americano (Steinway), 1970 circa

Come si osserva dalla **Figura 2.10**, la meccanica presenta una costruzione semplice. La conseguente pesantezza porta ad una minore delicatezza di tocco e di chiarezza di suono. Secondo l'ipotesi di Joseph Anton Pfeiffer, costruttore tedesco, i pianisti che erano abituati alla meccanica inglese erano infastiditi dall'avvertire, negli strumenti di costruzione viennese, la ricaduta del martelletto sulla sua posizione di riposo. Il punto nel quale la corda viene percossa varia a seconda di quanto profondamente il tasto si trova abbassato nel momento in cui il martelletto la colpisce. Quando la meccanica viennese diventa più pesante e l'abbassamento totale del tasto aumenta, tale fenomeno si accentua in maniera negativa, generando un suono "brutto". Gli esecutori si lamentavano, inoltre, dell'impossibilità, con questa meccanica, di poter ribattere uno stesso tasto.

Nella seconda metà dell'Ottocento vengono ancora costruiti pianoforti secondo lo stile viennese, anche se, a partire dal 1909, il costruttore austriaco Ludwig Bösendorfer non li considera più come modelli standard: inizierà, infatti, a costruire pianoforti su ordinazione, mentre un piccolo gruppo di fabbricanti di strumenti più economici continua ad adoperare la *Prellmechanik*.

2.4 Gli sviluppi della meccanica inglese e francese

Nella prima metà del XIX secolo i costruttori francesi e inglesi conoscono un momento di straordinario splendore: apportano innovazioni determinanti per la crescita dello strumento, gettando così le basi del pianoforte moderno.

In generale, le modifiche mirano tutte a raggiungere una sonorità maggiore. A tale scopo si è resa necessaria l'applicazione della piastra¹¹⁹ in metallo e di barre¹²⁰ più lunghe atte a sostenere non solo la tensione delle corde, ma anche la loro maggiore pesantezza. La maggiore sonorità richiesta porta ad una pesantezza superiore dei martelletti. Per evitare la produzione di suoni piuttosto duri, i martelletti vengono maggiormente imbottiti, rispetto ai tradizionali strati di pelle di daino o di altri materiali simili. Nel 1826 Jean Henri Pape presenta un brevetto nel quale figurano, tra le altre cose, martelletti in feltro; in un suo brevetto successivo viene descritto, addirittura, il modo con cui tale feltro deve essere preparato.

La pesantezza dei martelletti rende necessaria la realizzazione di una meccanica più robusta ed efficiente che viene ideata da Sébastien Erard: essa permette la ripetizione di una nota senza far necessariamente far ritornare il tasto nella sua posizione di riposo. Il costruttore di origini francesi brevetta così in Inghilterra nel 1808 il suo primo meccanismo a ripetizione (Fig. 2.12). Tale meccanica lo renderà famoso solo intorno al 1821, anno in cui il brevetto verrà finalmente rilasciato al nipote, Pierre Erard.

¹¹⁹ La *piastra* rappresenta lo scheletro del pianoforte. Tale componente serve a trattenere le corde che raggiungono una tensione totale di 15,20 tonnellate di forza. La piastra in metallo viene, in seguito, sostituita dalla moderna piastra in ghisa necessaria per evitare l'accordatura ogni quindici giorni.

¹²⁰ Un articolo di fondo apparso su *The Times* del 7 maggio 1851 attribuisce a Erard l'invenzione e la prima applicazione, nel 1824, di barre metalliche poste al di sopra della tavola armonica. Tale riconoscimento viene smentito dalla ditta Broadwood in una lettera nella quale si afferma che già nel 1808 essi avevano applicato barre metalliche di rinforzo alla sezione acuta di un pianoforte a coda, e che nel 1821 se ne impiegavano da tre a cinque. Il brevetto del 1827 di Broadwood aggiunge una quarta barra alle tre usate precedentemente in combinazione con una struttura in metallo per le corde. Dagli anni '20 ai '40 si assiste ad un numero sempre maggiore di barre di rinforzo inserite in tutti i generi di pianoforti.

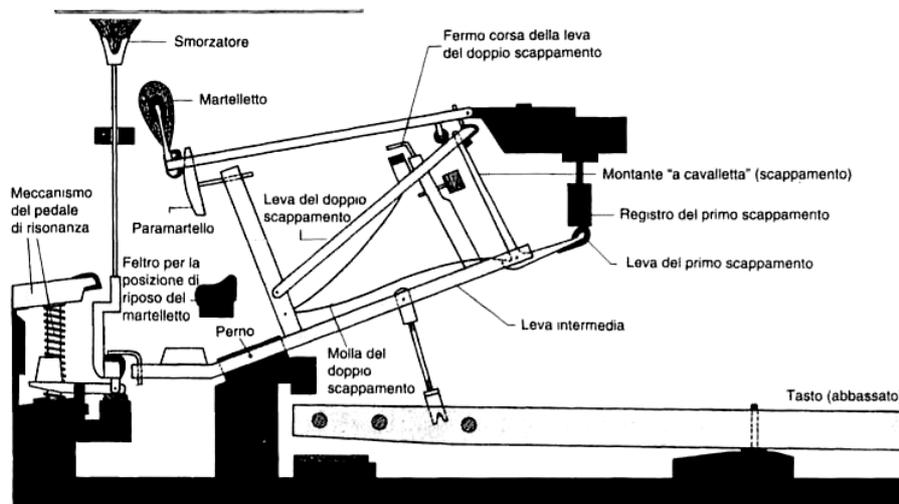


Fig. 2.12. Meccanica a doppio scappamento Erard secondo il brevetto inglese del 1822. La leva intermedia, tramite il proprio perno, solleva il montante e simultaneamente spinge verso il basso lo smorzatore; la meccanica viene qui mostrata con il tasto abbassato e con il martelletto ricaduto sul paramartelletto

Questo nuovo tipo di meccanica viene definita “a doppio scappamento”. A causa del complesso sistema di leve, essa sembrava non avere lunga vita, ma nella realtà rappresenta il prototipo di tutte le meccaniche moderne: prevede che il martelletto, nel momento in cui viene rilasciato il tasto, possa restare sollevato ad una certa altezza, permettendo così al montante di riagganciarsi al di sotto del martelletto stesso in un tempo inferiore rispetto a quello necessario nelle meccaniche dotate di un solo scappamento. Il sistema di leve che si trova tra il martelletto e il montante, permette di “afferrare” il martello durante la sua ricaduta dopo la prima percussione, senza che sia necessario premere daccapo a fondo il tasto.

Nel suo brevetto inglese del 1808, Sébastien Erard presenta anche l’invenzione della cosiddetta *agraffa*, una singola traversina in metallo per ciascuna nota posta vicino al margine del somiere: il suo compito consiste nell’impedire che la percussione verso l’alto dei martelletti determini cambiamenti di sede delle corde. Anche il *capotasto*, inventato da Antoine-Jean Bord nel 1843, ha una funzione simile: esso è una barra metallica fissa in grado di esercitare una pressione verso il basso sulle corde acute del pianoforte. Questi elementi contribuiscono in maniera rilevante alla stabilità complessiva dello strumento.

I pianoforti a coda Erard tengono testa in Inghilterra a quelli di Broadwood e di Clementi, mentre in Francia ne prendono completamente il posto. I virtuosi ottocenteschi, come Thalberg e Liszt, sembrano adattarsi in modo naturale alla

meccanica Erard a doppio scappamento; anche il compositore polacco Chopin la ama particolarmente, anche se Ignaz Joseph Pleyel, costruttore di pianoforti su modello inglese solo a partire dal 1807, ha un'intuizione incredibile: nel 1832 presenterà Chopin alla società parigina con uno dei suoi pianoforti. Da questo momento in poi Pleyel diverrà il suo fornitore ufficiale.

2.5 Il pianoforte in America settentrionale

Le prime notizie circa la presenza di un pianoforte in America settentrionale sono riportate dalla *Massachusetts Gazette* del 7 marzo 1771. La primavera successiva Thomas Jefferson chiede all'organista e compositore inglese Thomas Adams di acquistare in Inghilterra, a nome suo, un pianoforte. Uno strumento di questo tipo viene ancora usato per un concerto a New York nel 1773 mentre, secondo quanto riferito dal *New York Journal* in un numero dell'anno successivo, una «serie di clavicembali a martelletto solo un po' danneggiati» è inclusa nella lista dei beni venduti all'asta e recuperati in seguito al naufragio della nave *Pedro*. Per pochi anni, a partire dal 1785 al 1790 e prima che il suo commercio di pellicce lo occupasse pienamente, John Jacob Astor importa a New York musica in generale e strumenti musicali, tra cui pianoforti; non sono, comunque, pochi gli altri commercianti che si occupano "part-time" di tale settore.

Nel 1775 Johann Behrent, immigrato tedesco abitante a Philadelphia, costruisce il primo vero pianoforte americano, per la precisione un modello a tavolino; il primo costruttore davvero importante è però Charles Albrecht il quale, intorno al 1790, realizza copie estremamente accurate di strumenti originali inglesi. Nel 1792 la Dodds & Claus di New York pubblicizza un pianoforte in grado di sopportare con successo i rigori del clima americano; nel 1796 viene concesso a James Sylvanus McLean un brevetto americano relativo ad alcune, peraltro non note, "migliorie apportate al pianoforte".

La città di Boston diventa il più importante centro americano per lo sviluppo dello strumento fino al decennio 1850-60. La Franklin Music Warehouse, fondata nel 1813 da Thomas Appleton, Alpheus Babcock e da un certo Hayts per la costruzione e l'importazione di strumenti inglesi, inizia a produrre pianoforti ad armadietto in quantità industriali impressionanti. Questo settore dell'impresa, però, non ottiene il successo sperato tanto che i costruttori impiegati nella ditta devono cercare lavoro altrove. Nel 1825 Babcock brevetta la piastra in ghisa inserita in un pianoforte a tavolo. Questa innovazione incontra il favore dei costruttori di Boston nel decennio 1830-40: tra di essi James

Chickering, il primo americano a rivolgere l'attenzione al pianoforte a coda. Nel 1843 ottiene il brevetto per aver inserito all'interno del pianoforte a coda una piastra in ghisa in un unico pezzo.

Nel 1853 Heinrich Steinweg, costruttore tedesco obbligato nel 1850 a emigrare per motivi politici, fonda a New York la Steinway & Sons. La ditta cresce rapidamente, costruendo pianoforti a coda, e nel 1855, durante l'“American Institute Fair”, le viene assegnata la medaglia d'oro per il sistema a corde sovrapposte impiegato nei pianoforti a tavolo. Nel 1859, Henry Steinway, figlio di Heinrich, ottiene il brevetto per un pianoforte a coda con cordiere sovrapposte (Figg. 2.13 e 2.14).

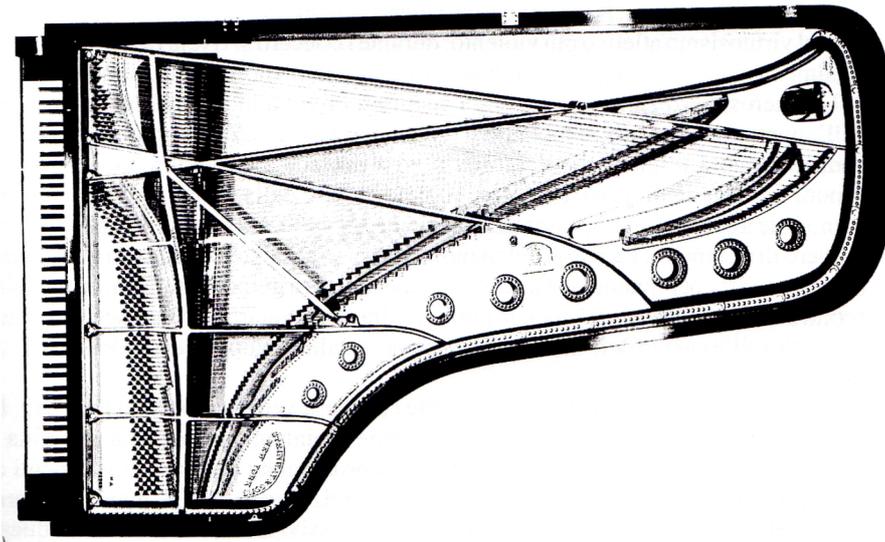
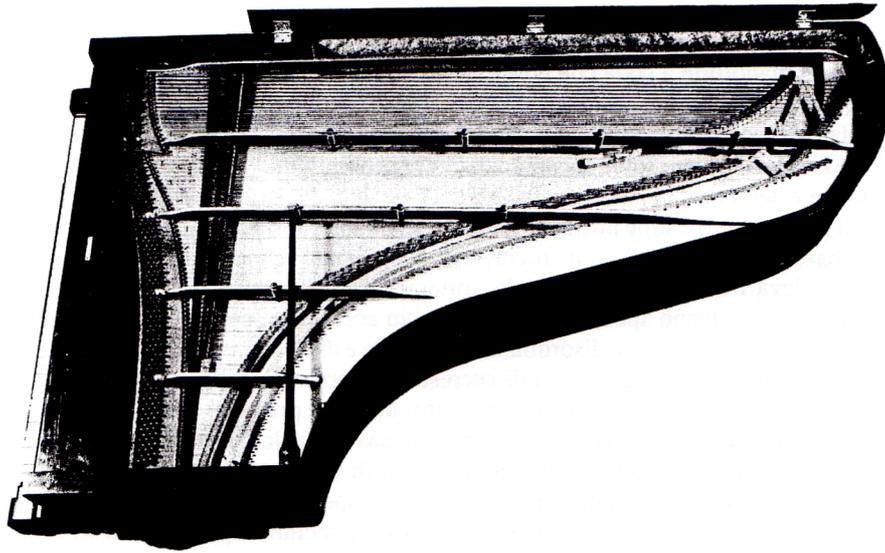


Fig. 2.14. Immagini dall'alto di pianoforti a coda Steinway, New York: nella prima immagine in alto, si nota la cordiera diritta, 1857; nell'immagine in basso, le corde sono sovrapposte secondo "il modello D" sviluppato verso il 1900 circa

Il sistema ideato da Steinway, in base al quale le corde si sovrappongono con schema a ventaglio, prevede l'utilizzo di una tavola armonica di tipo convenzionale sulla quale i ponticelli vengono spostati in posizione più centrale, con la duplice finalità di evitare una disposizione disordinata delle corde e di sfruttare in maniera ottimale la capacità di risonanza della tavola armonica. Gli Steinway aumentano il diametro delle corde, ricoprono i martelletti con strati spessi di feltro con l'ausilio di apposite macchine, accrescono la capacità di resistenza delle corde grazie ad una versione adattata dell'*agraffe* di Pierre Erard. Tutte queste modifiche daranno vita ad un maggior volume sonoro che inevitabilmente si ripercuoterà sul repertorio, sui musicisti e sui gusti del pubblico.

2.6 La meccanica moderna

Il periodo incluso tra il 1860 e lo scoppio della prima guerra mondiale vede nascere una tecnologia completamente nuova che sarà in grado di far fronte alla crescita esponenziale nella produzione e nella distribuzione di strumenti musicali. Gli industriali inglesi, francesi e viennesi sono leaders indiscussi del settore; quelli americani e tedeschi sono numericamente pochi e non ancora pienamente apprezzati. Il 1914 è l'anno della svolta: come si osserva dalla **Tabella 2.1**, la produzione americana raggiunge il culmine e supera quantitativamente la produzione di pianoforti degli altri Paesi.

Anno	Gran Bretagna	Francia	Germania	USA	Giappone	USSR	Corea	
c1870	25	21	15	24				
c1890	50	20	70	72				
c1910	75	25	120	370		10		
c1930	50	20	20	120	2			
c1935	55	20	4	61	4			
			<i>O</i>	<i>E</i>				
c1960	19	2	16	10	160	48	88	
c1970	17	1	24	21	220	273	200	6
c1980	16	3	31	28	248	392	166	81

Tabella 2.1. Stime¹²¹ (in migliaia) relative alla produzione di pianoforti nel periodo 1870-1980

¹²¹ Le valutazioni relative agli anni 1960, 1970 e 1980 sono tratte dalle pubblicazioni delle Nazioni Unite *Growth of World Industry* e *Yearbook of Industrial Statistics*.

La crescita della produzione americana va correlata ad un contesto generale di prosperità economica caratterizzato da un mercato interno pieno di risorse e protetto da ingerenze esterne grazie a tariffe doganali estremamente alte, da situazioni contingenti spesso opposte e da un'atmosfera interna in grado di surriscaldarsi in maniera estremamente rapida. Gli ormai pochi strumenti europei d'importazione ne rimarranno, dunque, danneggiati.

Successivamente alla seconda guerra, viene fondata un'industria efficiente per la produzione di meccaniche, che permette nuovamente a poche ditte di riprendere a costruire strumenti degni di una certa stima. Lo sviluppo più significativo viene però dal Giappone, grazie alla Yamaha, fondata nel 1887, e alla Kaway, fondata nel 1925, che arrivano a costruire nel 1953 10.000 pianoforti. Anche se nel corso del XX secolo si susseguono numerosi tentativi di modificare la meccanica, possiamo affermare con certezza che il pianoforte moderno vive fondamentalmente sulla meccanica Erard, modificata e migliorata dagli americani, in particolari dalla ditta Steinway & Sons (Fig. 2.15).

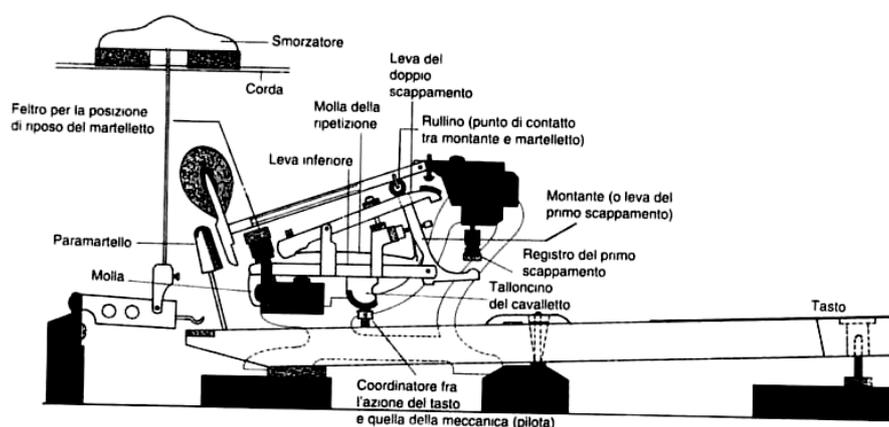
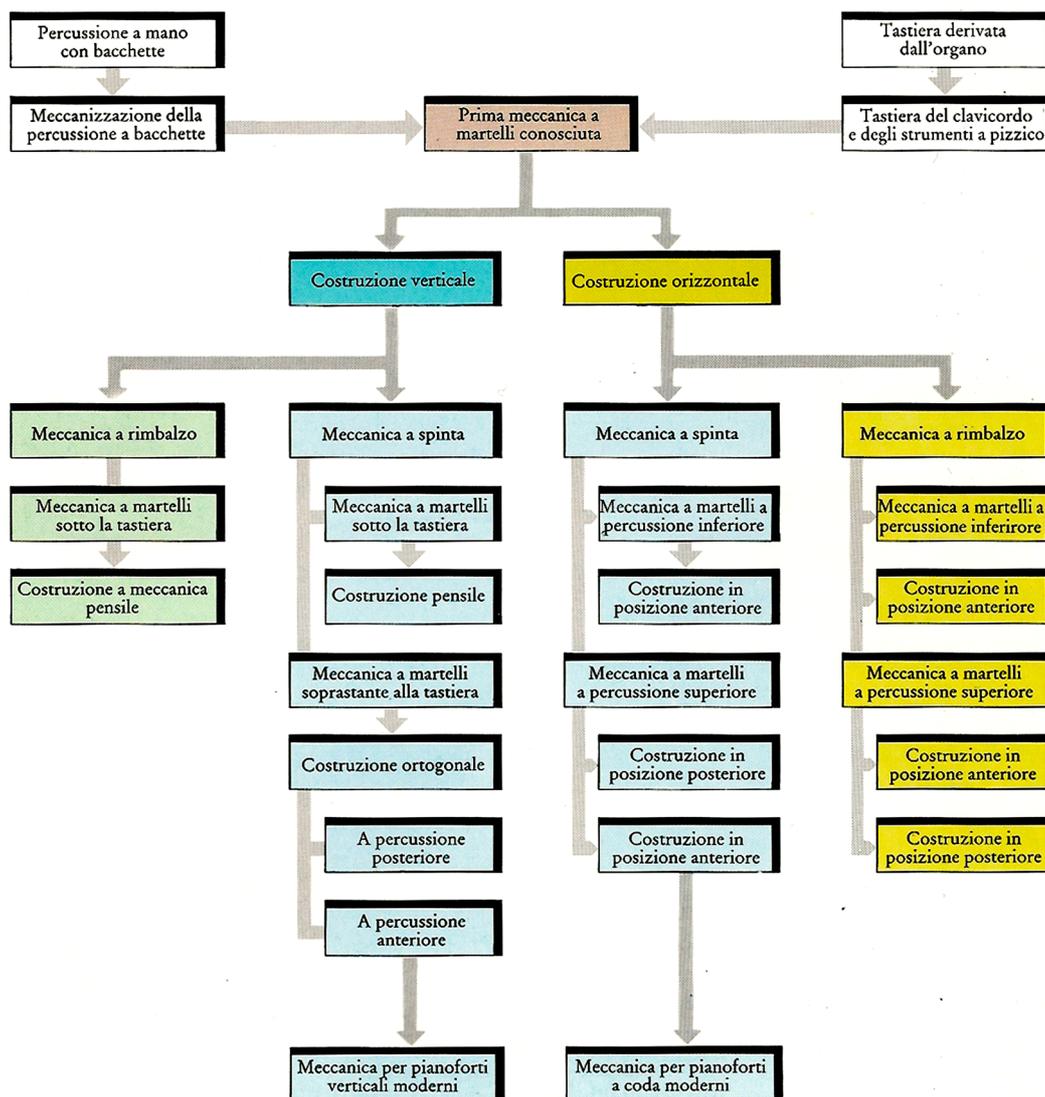


Fig. 2.15 Meccanica di un moderno pianoforte a coda

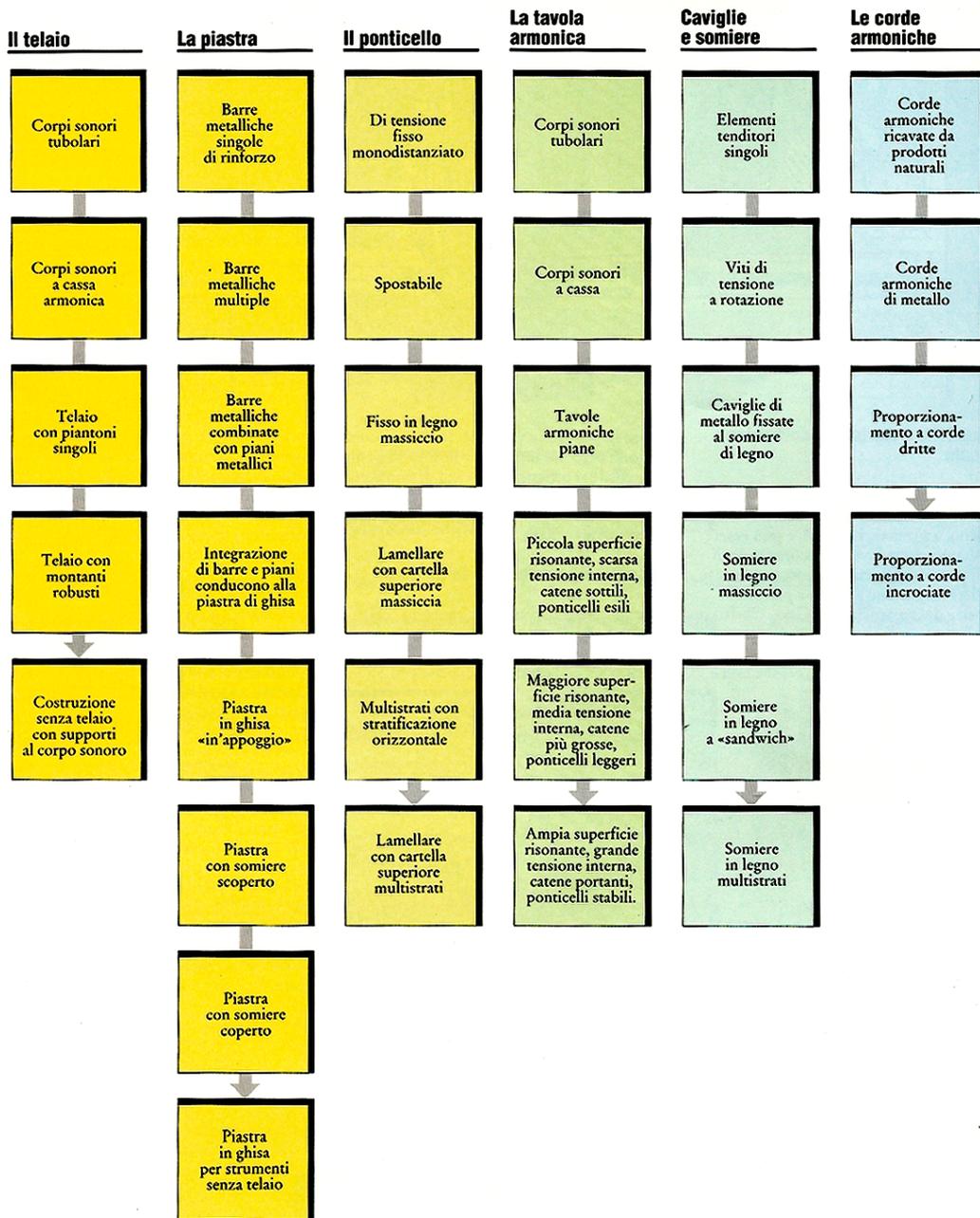
In questo tipo di meccanica (Fig. 2.15) l'abbassamento del tasto determina un movimento trasmesso tramite il pilota alla leva intermedia. Il montante agisce in seguito sul rullino del martelletto, il quale si alza verso la corda. Nel momento in cui la proiezione contraria del montante incontra il registro del primo scappamento, il montante indietreggia permettendo lo scappamento del martelletto e la sua salita in direzione della corda. Dopo averla colpita, il martelletto inizia la fase di discesa. La caduta viene "attutita" dal paramartello e dalla leva del doppio scappamento fino a quando il tasto rimarrà premuto. Se il tasto viene rilasciato in parte, il martelletto viene liberato dal paramartello, e il

rullino viene fatto funzionare direttamente dalla leva del doppio scappamento; è, quindi, possibile colpire nuovamente la corda premendo il tasto una secondo volta. La leva del primo scappamento andrà ad innestarsi con il rullino solamente quando il tasto verrà rilasciato completamente, in modo da rendere possibile un nuovo completo colpo del martelletto stesso.

A scopo riepilogativo, concludo questo capitolo con due quadri sinottici riguardanti l'evoluzione della meccanica del pianoforte (Tab. 2.2) e le fasi salienti nell'evoluzione del suo corpo sonoro (Tab. 2.3).



Tab. 2.2 Albero genealogico e principali pietre miliari dell'evoluzione della meccanica dei pianoforti



Tab. 2.3 Le fasi salienti nell'evoluzione del corpo sonoro del pianoforte

III.

Cenni di acustica musicale

La ricerca scientifica prende in esame la relazione fra gesto pianistico, meccanica dello strumento e produzione del suono. Per poter affrontare in maniera razionale questo rapporto è indispensabile un breve cenno di fisica acustica con particolare attenzione al pianoforte. La necessità scaturisce dal bisogno di utilizzare un linguaggio appropriato che possa aiutare nella comprensione dei dati presentati poi nel corso del IV e ultimo capitolo.

Si richiameranno i principi fondamentali, partendo dalla natura propria del suono fino alle particolari leggi che ne regolano la produzione nel pianoforte.

3.1 Natura e trasmissione del suono

Per definizione, il suono viene considerato come «fenomeno fisico-acustico consistente nelle vibrazioni di un corpo sonoro elastico trasmesse nell'ambiente». La propagazione all'elemento circostante avviene mediante condensazioni molecolari generate dalla pressione acustica. L'effetto conseguente è la generazione di un andamento periodico comunemente definito *onda*. Nel caso del suono si parla di *onda periodica*, dal momento che si muove ad intervalli di tempo regolari e con le stesse caratteristiche (Fig. 3.1).

Il parametro fondamentale della propagazione sonora è la velocità, misurata in m/s che, oggi, si ottiene con strumenti molto precisi. Già nel 1640 Padre Marsenne assegna al suono la velocità di 448 m/s; nel 1656, i membri dell'Accademia del Cimento trovano 361 m/s. Le attuali determinazioni stabiliscono 330,8 m/s alla temperatura di 0°C. La velocità del suono non dipende dalla pressione atmosferica, dalla frequenza e dall'intensità ma varia notevolmente in funzione della temperatura: l'aumento è di 6 m/s per ogni 10°C di aumento. Da un punto di vista matematico, è possibile affermare che la velocità v è uguale alla distanza l percorsa nell'unità di tempo t :

$$v = l/t$$

Dal momento che il suono si propaga tramite vibrazioni, bisogna introdurre il concetto di *frequenza*. Essa rappresenta il numero di oscillazioni che un elemento vibrante compie in 1 s e viene espressa in periodi (o cicli) al secondo; l'unità di misura è l'*Hertz* (Hz). Il *periodo* T di un'onda sinusoidale è il tempo che intercorre fra due massimi consecutivi. Il reciproco di T dà il numero di oscillazioni complete per secondo, ossia la frequenza f :

$$f = 1/T$$

La frequenza è legata, dunque, al movimento nel tempo; per seguire, invece, il movimento dell'onda nello spazio si introduce il concetto di *lunghezza d'onda*, indicata con la lettera greca λ . Essa è la distanza che in un dato istante intercorre fra due punti vibranti nella posizione di massima ampiezza (Fig. 3.1).

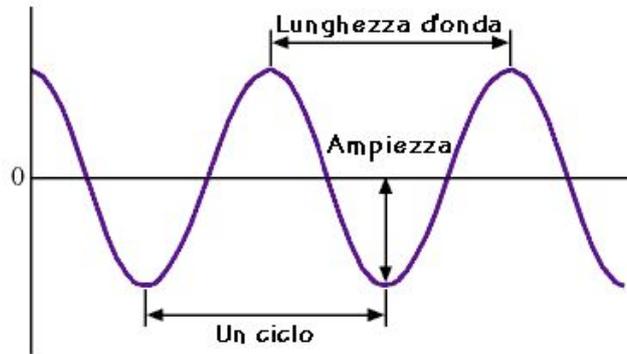


Fig. 3.1. Onda sinusoidale o suono puro. Per suono puro si intende un suono per il quale la pressione dell'aria varia sinusoidalmente in funzione del tempo

Tra lunghezza d'onda, frequenza e velocità di propagazione si ha la relazione:

$$v = \lambda f$$

dove v è espressa in m/s, f in Hz e λ in metri. Lunghezza d'onda e frequenza, quindi, sono strettamente correlate tra di loro ed è possibile affermare che in base alla frequenza si possono avere lunghezze d'onda variabili, secondo una relazione inversamente proporzionale:

$$\lambda = v/f,$$

ossia maggiore è f minore è λ .

Nel pianoforte la generazione di un'onda sonora si realizza tramite la percussione della corda da parte del martelletto (Fig. 3.2 e 3.3).

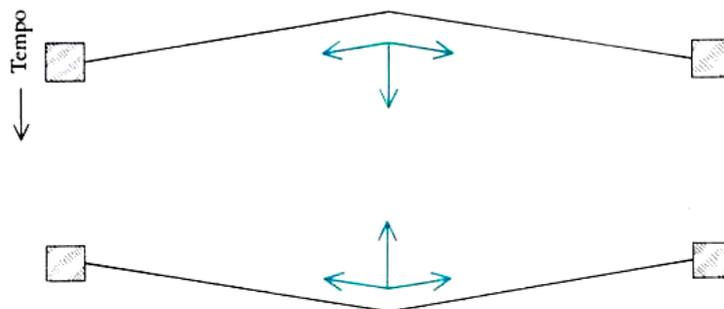


Fig. 3.2. Le forze di tensione (frecce) di una corda precedentemente percossa la mantengono in un movimento oscillatorio di vibrazione

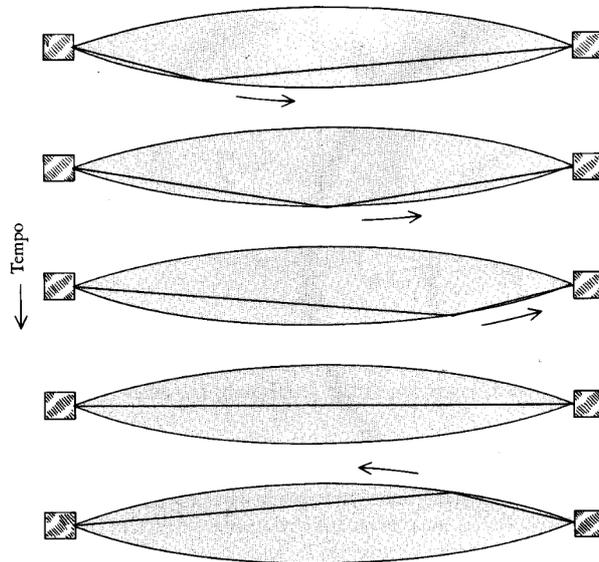


Fig. 3.3 La corda sembra dilatarsi in un nastro i cui bordi si incurvano avvicinandosi fino ad un punto alle due estremità. La forma reale in ogni momento è quella di una linea che in un punto determinato si spezza bruscamente per formare una piega molto netta. Queste istantanee mostrano che la piega si sposta come un'onda trasversale attraverso la corda tesa. Nell'ultima istantanea l'onda è stata riflessa all'estremità opposta della corda e la piega si sta muovendo in direzione contraria

Ogni corda ha una propria tensione ed una propria massa. In una corda tesa, la velocità v dell'onda sonora è data da

$$v = \sqrt{T/M}$$

dove T è la tensione della corda, misurata in Newton e M è la massa per unità di lunghezza, misurata in Kg/m.

Ad ogni vibrazione di una corda tesa, un'onda trasversale¹²² percorre due volte (una per ciascun verso) tutta la lunghezza della corda. La frequenza, dunque, è data da

$$f = v/2L$$

¹²² Per *onda trasversale* si intende un'onda nella quale le particelle del mezzo oscillano perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda. Diverso è, invece, il caso dell'*onda longitudinale*: le particelle del mezzo oscillano nella stessa direzione in cui si propaga l'onda. Ad esempio, le onde che si formano sulla superficie dell'acqua sono trasversali. L'onda che si crea battendo una sbarra di metallo con un martello è invece longitudinale.

dove L è la lunghezza della corda in vibrazione libera. Considerando che $v = \sqrt{T/M}$, la frequenza di una corda tesa di un pianoforte (così come di uno strumento a corda) è:

$$f = \frac{\sqrt{T/M}}{2L}$$

Tutti gli strumenti a corda vengono intonati regolando la tensione T delle corde; in questo modo, aumentando la tensione di una corda sul pianoforte, la nota prodotta da quella corda diventa più alta, poiché un aumento di T determina un aumento di f .

Lo stesso principio vale per la lunghezza. Consideriamo il caso della chitarra. L'esecutore ha la possibilità di modificare continuamente l'altezza del suono variando la lunghezza della corda. Quando essa viene premuta a monte di un capotasto, la vibrazione dalla chiavetta fino a quel capotasto viene inibita; il resto della corda, più breve di quella intera, produce allora una nota più acuta. Questo principio è stato notato da Pitagora che, utilizzando un semplice monocordo, riuscì a determinare gli intervalli musicali mediante rapporti matematici (**Fig. 1.4**). Consideriamo, ad esempio, l'altezza del Do centrale. A parità di tensione, con un cuneo riduciamo la lunghezza di vibrazione fino a $5/6$ della lunghezza originale: l'altezza aumenta di una terza minore fino al Mi bemolle. Riducendola fino a $4/5$ si ottiene una terza maggiore, Mi; $3/4$, una quarta, Fa; $2/3$, una quinta, Sol; $1/2$, un'ottava, Do.

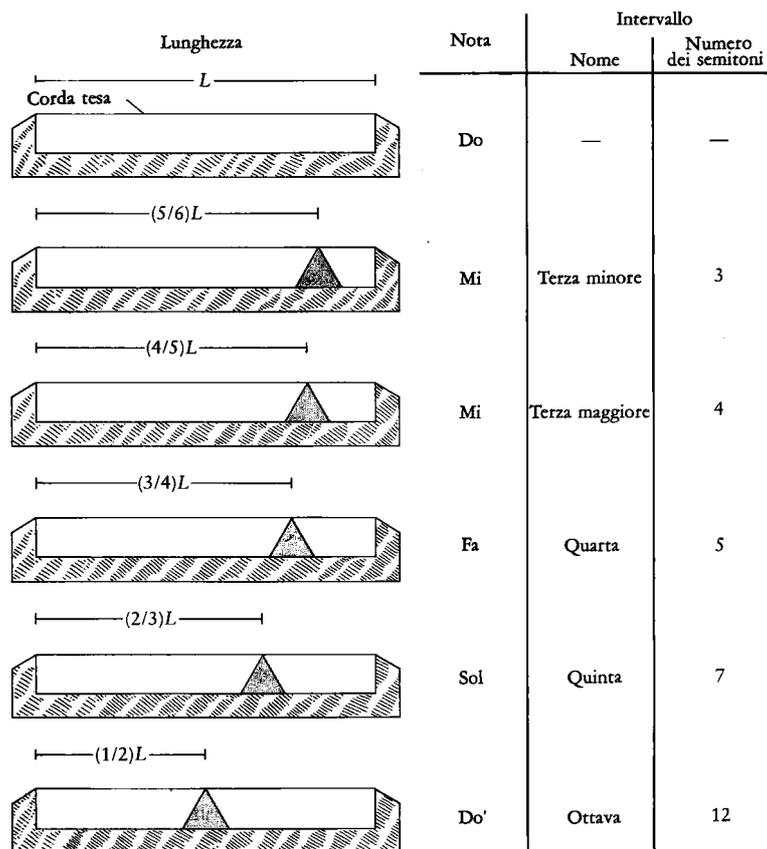


Fig. 3.4. Il monocordo ideato da Pitagora

La massa è un dato molto importante che, diversamente dalla tensione e dalla lunghezza, non può essere modificato. Per esempio, nel pianoforte, le corde sono in acciaio, nei bassi sono ricoperte di rame per aumentarne la massa e sono più lunghe di quelle degli acuti; data la massa elevata, un'onda viaggia su queste corde molto lentamente e, data la loro lunghezza, deve percorrere una distanza maggiore. Esse producono, dunque, un suono più grave.

3.2 Le caratteristiche del suono

I caratteri fisici distintivi del suono sono l'altezza, l'intensità e il timbro.

L'altezza

L'altezza del suono, come già detto, permette la distinzione dei suoni acuti da quelli gravi. Essa dipende dalla frequenza delle vibrazioni (anche se, nella percezione, è influenzata dall'intensità e dal timbro). La relazione tra frequenza e altezza è stata "scoperta" da Galileo Galilei: nei suoi *Dialoghi intorno a due nuove scienze*, pubblicati nel 1638, Galileo spiega chiaramente tale relazione

considerando i rapporti fra il numero di vibrazioni al secondo della corda che corrispondono a vari intervalli musicali. Nella sua *Harmonie Universalle* (del 1636-37) Marin Mersenne, abate, filosofo e matematico, mette in relazione l'altezza con l'effettivo numero di vibrazioni al secondo. Come Galileo, Mersenne sapeva come la frequenza vari con la lunghezza della corda tesa (la frequenza è proporzionale al reciproco della lunghezza), con la tensione (è proporzionale alla radice quadrata della tensione) e con la massa per unità di lunghezza (è proporzionale al reciproco della radice quadrata della massa). In termini matematici:

$$\text{frequenza} = k \times \frac{\sqrt{\text{tensione}}}{(\text{lunghezza} \times \sqrt{\text{massa}})}$$

Il fattore k rappresenta una costante, a cui Mersenne assegna il numero di vibrazioni al secondo prodotte da corde lunghe (egli prende in considerazione un filo di ottone lungo più di 40 m e del diametro di 0,5 mm e una corda di canapa di circa 27 m con diametro di 2 mm).

L'intensità

L'intensità di un suono dipende dall'ampiezza¹²³ delle vibrazioni e viene definita come l'energia sonora trasmessa nell'unità di tempo in una determinata direzione attraverso l'unità di superficie perpendicolare a quella di direzione. L'unità di misura è l'erg/s per cm².

Un dato strettamente legato all'intensità sonora è la potenza emessa, misurata in watt. La potenza prodotta da uno strumento è un dato utile per un giudizio su determinate qualità dello strumento stesso, per il calcolo delle proprietà acustiche di una sala, per un progetto di isolamento.

La potenza sonora emessa da un'orchestra è uguale alla somma della potenza emessa da ogni singolo strumento. Ecco alcuni esempi:¹²⁴

¹²³ L'ampiezza di un'onda rappresenta lo spostamento massimo delle molecole d'aria oscillanti intorno alla posizione di equilibrio al passaggio della perturbazione acustica.

¹²⁴ Gli esempi sono tratti da J. JEANS, *Science and music*, Cambridge, University press, 1937.

Pieno di orchestra di 75 esecutori	70
Canna d'organo al massimo	13
Trombone al massimo	7
Pianoforte al massimo	0,4
Potenza media di orchestra di 75 esecutori	0,1
Voce cantata fortissimo	0,03
Voce cantata pianissimo	0,001
Voce parlata normale	0,000024
Violino pianissimo	0,000004

L'espressione matematica generalizzata del livello di potenza sonora è:

$$L_W = 10 \log \frac{W}{W_0}$$

in cui $W_0 = 10^{-12}$ watt.

La quantità fisica della potenza non deve essere confusa con la sensazione sonora prodotta, la quale dipende, oltre che dalla potenza stessa, anche dalla distanza e dalla direzione di ascolto, dalla frequenza, dal timbro e dalle proprietà acustiche dell'ambiente.

Comunemente, si attribuisce al termine *intensità* un significato di sensazione quantitativa: dal momento che l'orecchio è un ricevitore di pressione sonora, la sensazione è una quantità legata direttamente alla pressione sonora. Tale grandezza è espressa secondo una scala logaritmica, che non può essere considerata come scala di sensazione soggettiva. Essa trae origine dalla legge di Weber-Fechner secondo la quale la "sensazione" è proporzionale al logaritmo dell'eccitazione espressa in termini fisici. L'espressione formale di questa legge risulta essere:

$$p = k \ln \frac{S}{S_0}.$$

p indica la percezione o “sensazione”, k è un parametro dipendente dall’unità di misura dello stimolo, S è l’intensità iniziale dello stimolo. Talvolta, si pone $S_0 = 1$, per cui la legge diventa:

Essa, però, si è dimostrata valida soltanto in gamme molto ristrette di eccitazione.

Molte altre ricerche sono state condotte per stabilire una scala di sensazione di tipo “soggettivo”. Tra di esse, quelle del 1937 di Fletcher e Munson. Essi creano graficamente delle curve dette isofoniche (Fig. 1.5), presentando, per ascolto binaurale in cuffia, a soggetti otologicamente normali un suono puro, alternato ad un suono di riferimento alla frequenza di 1 kHz con livello di pressione sonora variabile. Il livello di pressione sonora del suono di riferimento, per cui la sensazione sonora è uguale a quella del suono puro in esame, viene definito livello di sensazione sonora espresso in phon. I due ricercatori confrontano le sensazioni prodotte per una serie di suoni puri di diversa frequenza e intensità, ottenendo una famiglia di curve, ciascuna delle quali è caratterizzata da un valore in phon, numericamente uguale al livello di pressione sonora del tono di frequenza 1 kHz, che causa la stessa sensazione.

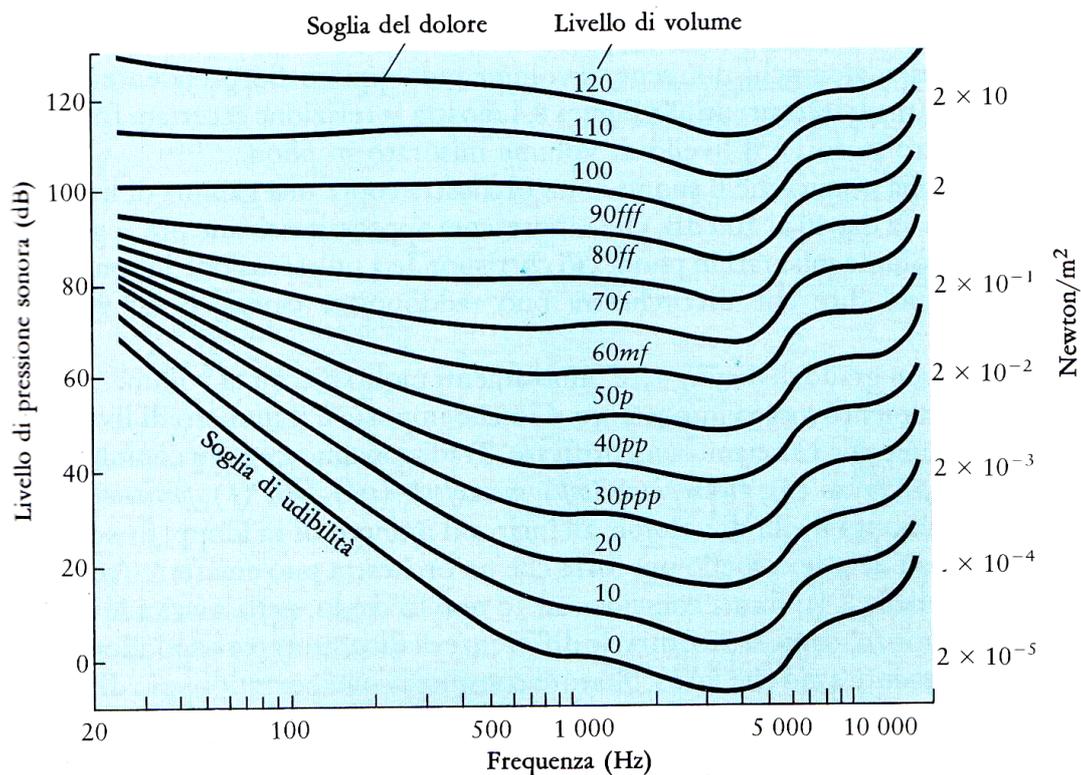


Fig. 3.5. Le curve isofoniche di Fletcher e Munson. Tutti i suoni sinusoidali i cui livelli giacciono sulla stessa curva (*isofona*) sono di ugual volume. Ogni curva è contrassegnata da un numero che esprime in phon il livello di volume

Come si nota dalla **Figura 3.5**, viene introdotta una nuova unità fisica, il decibel (dB), necessaria per la definizione matematica del livello di pressione sonora. Essa è uguale a:

$$L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{p}{p_0} \right) \text{ dB}$$

dove p_0 è la pressione sonora di riferimento e p è il valore efficace della pressione sonora che si vuole misurare. La pressione di riferimento più comunemente utilizzata (in aria) è $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$.

Il timbro

Il timbro è la qualità che permette di distinguere due suoni di uguale altezza, ma che producono una diversa sensazione uditiva.

In un suono periodico, esso è caratterizzato dall'ampiezza dei successivi armonici e, quindi, può essere specificato da un unico parametro. Differenze di timbro si ottengono non solo da strumenti diversi, che emettono note all'unisono, ma anche da uno stesso strumento suonato con modalità diverse. Considerando un suono periodico, la più semplice rappresentazione del timbro è un diagramma

in cui si considera la pressione sonora istantanea in funzione del tempo. Tale rappresentazione prende il nome di *oscillogramma*. L'oscillogramma rappresenta un'immagine visiva dell'andamento della pressione sonora emessa in determinate condizioni da un determinato strumento (Fig. 3.6). È opportuno notare che il nostro orecchio non è sensibile alla fase; di conseguenza, due suoni aventi uguali componenti armoniche ma fasi diverse, avranno uguale timbro, mentre l'oscillogramma si presenta di aspetto diverso (Fig. 3.7).

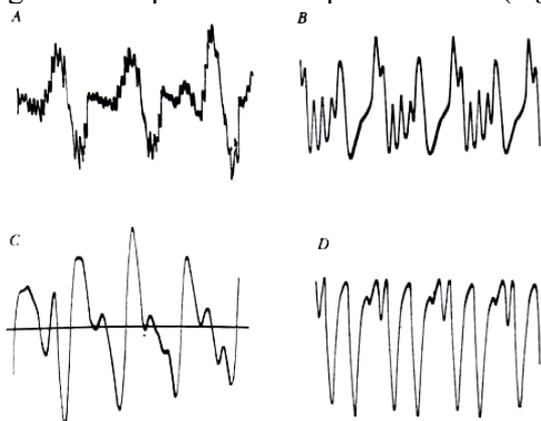


Fig. 3.6. Oscillogrammi: A, voce parlata; B, voce cantata (tenore); C, oboe; D, violino

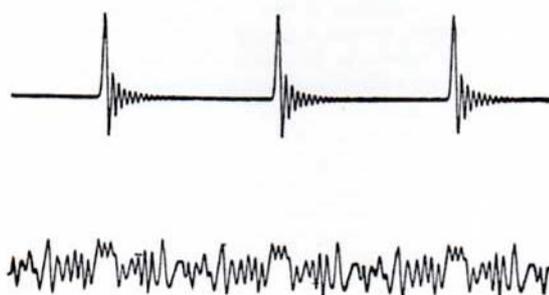


Fig. 3.7. Oscillogrammi di due forme d'onda aventi componenti armoniche uguali ma diversamente sfasate tra loro, corrispondenti a suoni di equal timbro

Un'altra rappresentazione si ottiene considerando l'ampiezza di ciascuna componente in funzione della frequenza: è il cosiddetto spettrogramma (Fig. 3.8). Di solito gli spettri sono riportati su un diagramma nel quale in ascissa sono rappresentate le frequenze in scala logaritmica e in ordinata le varie componenti in dB, unità proporzionali al logaritmo della pressione sonora. Lo spettrogramma del suono emesso da uno strumento varia a seconda della nota e, soprattutto, delle modalità di esecuzione.

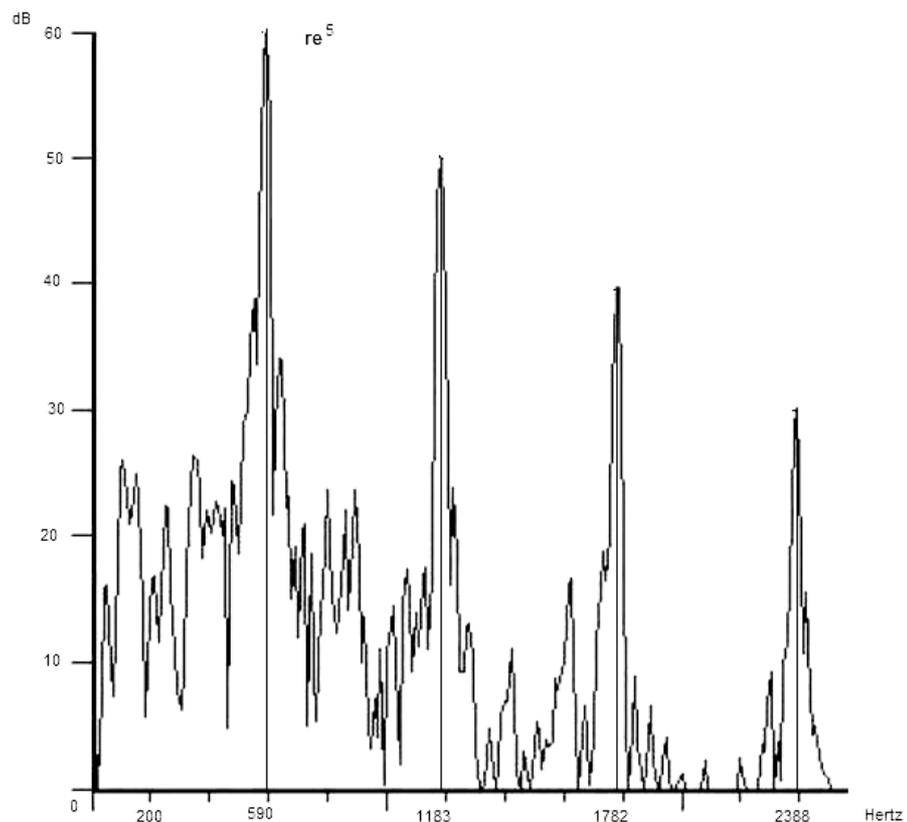


Fig. 3.8. Esempio di spettrogramma del suono re⁵ emesso da un pianoforte. Il suono fondamentale (re⁵) ha una frequenza di 590 Hz, il primo armonico (ossia la sua ottava) di 1183 Hz, il secondo (la quinta) di 1782 Hz, il terzo (la quarta), di 2388 Hz

Lo studio degli strumenti musicali, delle loro particolarità di emissione, viene molto agevolato dall'esame dello spettro che ne mette in evidenza particolarità di funzionamento. Il rilievo dello spettro sonoro è stato uno dei problemi fondamentali dell'acustica musicale. I primi tentativi risalgono alla seconda metà dell'Ottocento e sono quelli dei ricercatori tedeschi Hermann von Helmholtz e Rudolf König. Essi utilizzano una serie numerosa di risonatori molto ingombranti per poter rilevare le varie componenti. Il risonatore, di frequenza incognita, è formato da una cavità sferoidale di ottone, quasi completamente chiusa, munita di una apertura circolare e, dalla parte diametralmente opposta, di un piccolo tubo da introdurre nell'orecchio. Le dimensioni della cavità sono molto minori della lunghezza d'onda del suono da rinforzare. Il risonatore emette un suono unico la cui frequenza dipende dal volume della cavità e dalla superficie dell'apertura. Quando se ne possiede una serie preventivamente tarata, come quella di Helmholtz, è particolarmente agevole rilevare i suoni semplici, anche di piccola intensità, che esistono in un suono composto. Attualmente, invece, si hanno a disposizione analizzatori elettronici che consentono un rilievo automatico e rapido, permettendo un'analisi

grafica, meccanica o numerica. Un esempio è il dispositivo di Freystedt che, attraverso un sistema di filtri elettrici, consente di fotografare direttamente lo spettro su un oscillografo catodico, e di seguirne le variazioni in funzione del tempo.

L'analisi di uno spettro sonoro è un'operazione non facile. Infatti, in esso intervengono diverse componenti non armoniche, che si generano per ragioni fisiche complesse. Ad esempio, il timbro di uno strumento può variare per effetto delle condizioni ambientali oppure può essere influenzato dal modo con cui viene prodotto il suono. A tale proposito, è necessario introdurre il concetto di *transitori*. Essi rappresentano quei brevissimi e impercettibili tempi di transizione per passare dallo stato di riposo al regime normale di vibrazione e viceversa. Si parla, quindi, di transitori di attacco e transitori di estinzione. La qualità e le modalità di attacco ed estinzione del suono influiscono molto sul timbro. Allora, ben si capisce l'importanza che bisogna dare ai due transitori, il cui andamento dipende dall'intenzione dell'esecutore, come avviene, ad esempio, per il tocco del pianoforte.

3.3 Onde stazionarie e vibrazioni armoniche nei cordofoni

Nei cordofoni la generazione del suono avviene tramite la corda, fissata per due capi ad appositi supporti e sostegni che fanno parte dello strumento. Essa viene adeguatamente tesa in modo da renderla elastica e capace di vibrare. Si può affermare che la frequenza delle vibrazioni di una corda è: 1) inversamente proporzionale alla lunghezza della corda; 2) inversamente proporzionale al suo raggio; 3) inversamente proporzionale alla radice quadrata della densità; 4) direttamente proporzionale alla radice quadrata del peso tensore.

Le vibrazioni, a partire dal luogo di eccitazione, si propagano longitudinalmente lungo la corda stessa fino alle sue estremità; qui il moto vibratorio si riflette, invertendo la fase e la direzione. Ai capi della corda si hanno i *nodi*, punti dove l'ampiezza risulta nulla. La distanza che separa un nodo dall'altro è chiamato *ventre* o *zona ventrale*, dove l'ampiezza della vibrazione raggiunge il valore massimo (Fig. 3.9).

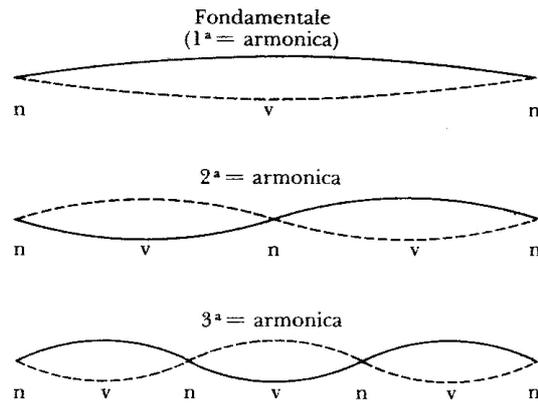


Fig. 3.9. Schema dei movimenti vibratori di una corda: n, punti nodali (nodi); v, zone ventrali (ventri)

La riflessione delle vibrazioni nei punti estremi della corda genera onde che vengono dette *stazionarie* a causa della localizzazione del loro moto: esso consiste in alternanze di “andata e ritorno” dall’uno all’altro capo e in riflessione e inversione di fase nei punti stessi, che durano fino all’esaurimento dell’energia immagazzinata nella corda dall’eccitazione. La dinamica di queste onde determina il fenomeno delle *vibrazioni armoniche*.

La definizione “tecnica” di «armoniche» è: «Sono definite armoniche le grandezze sinusoidali, la cui frequenza è un multiplo intero di quella grandezza periodica della stessa specie alla quale sono correlate». In altre parole, tra la vibrazione generatrice, detta *fondamentale*, e le vibrazioni armoniche, esiste un rapporto di frequenza che procede per multipli. La sequenza dei multipli di una vibrazione fondamentale è costituita da una progressione aritmetica con ragione 1, ossia 1, 2, 3, 4...; ciò significa che basta moltiplicare per 1, 2, 3, 4... il valore effettivo della fondamentale per ottenere quello delle armoniche.

Molto particolare è il modo in cui la vibrazione fondamentale delle corde genera la serie armonica (**Fig. 3.10**). La **Figura 3.10** ipotizza che la corda sia eccitata nel suo punto di mezzo. L’ampiezza massima dell’allontanamento della corda dalla sua posizione di riposo (linea tratteggiata) corrisponde al punto mediano. Il disegno a) della figura indica la posizione della corda nell’istante iniziale della prima vibrazione. Si hanno quindi fenomeni di riflessione e inversione di fase che determinano la situazione del disegno b): la corda è divisa in tre sezioni, ognuna delle quali è situata fra due nodi e ha una lunghezza di $1/3$ rispetto alla fondamentale. Essa rappresenta la 3ª armonica. Il movimento continua e in c) si nota che le sezioni sono cinque: la 5ª armonica. Il punto 0 al centro della figura indica l’istante in cui la corda attraversa la posizione di

riposo; fra a) e 0 il tempo trascorso è quello impiegato da $\frac{1}{4}$ di periodo (o vibrazione). Dall'istante successivo si producono, con fasi invertite, le situazioni indicate con c'), b'), a'), con le quali si compie il secondo quarto del periodo. Una nuova riflessione e un moto retrogrado portano alla situazione a) che segna la generazione completa di una vibrazione.

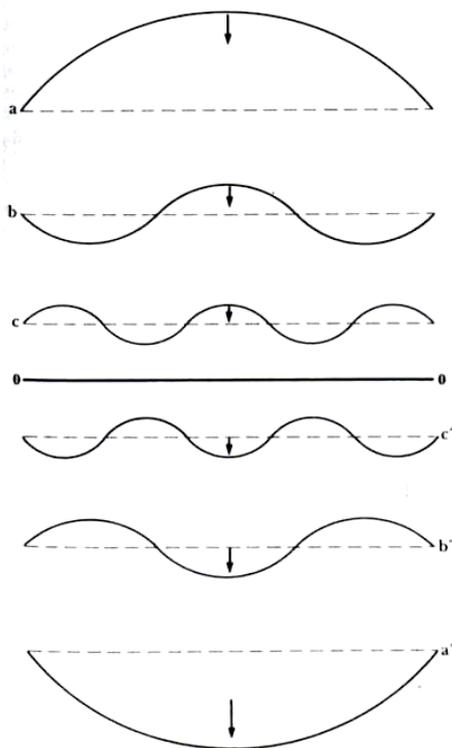


Fig. 3.10. Schematizzazione del moto vibratorio di una corda nel corso di un semiperiodo: a b c, primo quarto del periodo; c' b' a', secondo quarto; 0, posizione di riposo della corda

La **Figura 3.10** riguarda il caso di una corda eccitata nel suo punto mediano. Nella quasi totalità dei casi pratici, ciò non avviene mai in quanto il punto di eccitazione è situato ad $\frac{1}{7}$ o $\frac{1}{9}$ della lunghezza. Il moto vibratorio, di conseguenza, è diverso (**Fig. 3.11**).

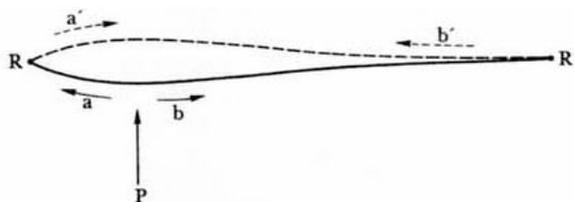


Fig. 3.11. P, punto sul quale agisce la forza esterna (il martelletto, ad es.); a b, onde dirette; a' b', onde riflesse; R R', punti di riflessione

3.4 La legge di Young

Il fatto che nel luogo dove la corda è eccitata si formino solo ventri esclude che, in quello stesso luogo, possano formarsi dei nodi: perciò, non vengono generate tutte quelle armoniche che hanno lì un punto nodale. Questa catena di condizionamenti è nota come “legge di Young”, formulata da Thomas Young (Milverton, Somersetshire, 1773 – Londra, 1829); essa ha importanza determinante per la formazione del timbro.

Come affermato in precedenza, nella pratica strumentale, il punto di eccitazione della corda è situato fra $1/7$ e $1/9$ della lunghezza. Tale scelta è frutto di una lunga e antica esperienza, coerente con le leggi dell’acustica: questo punto di eccitazione determina la soppressione delle armoniche 7 e 9, che, si è notato, inaspriscono il timbro. In una corda con proprietà meccaniche ideali, con elasticità infinita, dove attriti e dispersione di energia fossero nulli e il punto di eccitazione non avesse dimensioni, non ci sarebbe limite alla generazione delle vibrazioni armoniche. Nella Fig. 3.12 è descritta una curva che esprime il progressivo insorgere delle armoniche nei successivi istanti del primo quarto del periodo. La legge di Young ha l’effetto di impedire, quindi, la generazione di armoniche secondo i criteri sopracitati ma non può in alcun modo cambiare l’ordine di generazione di quelle non impedito.

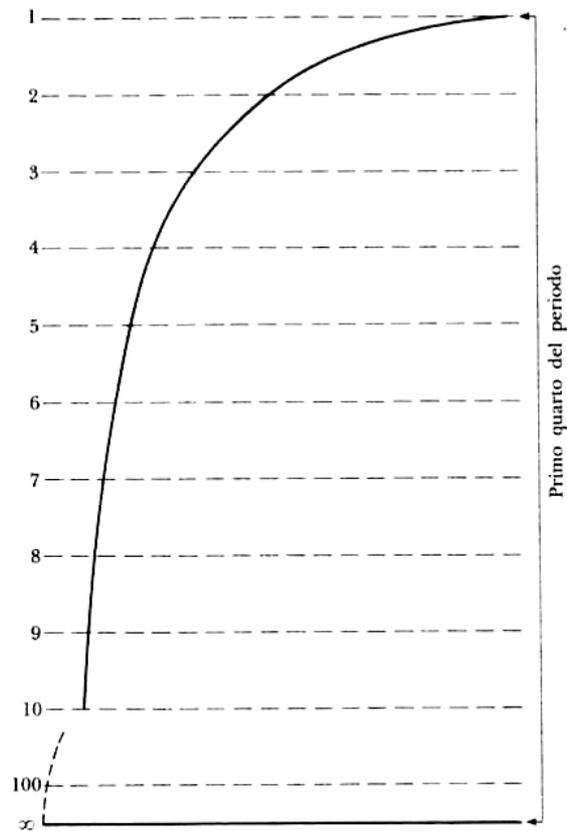


Fig. 3.12. Ordine e tempi di generazione delle armoniche in una corda con proprietà meccaniche ideali e con punto di eccitazione senza dimensioni

3.5 L'acustica del pianoforte

Uno degli aspetti più interessanti dell'acustica del pianoforte riguarda il "tocco", ossia il modo di ottenere suoni timbricamente differenziati agendo con intenzione musicale sui tasti dello strumento.

La percussione della corda non deve essere considerata come puro esito di un fatto meccanico comandato da un gioco di leve che dal tasto trasmettono il movimento al martelletto; l'azione di abbassamento del tasto non è solo un evento dinamico corrispondente a un determinato peso. A parità di peso, invece, possono esserci differenziazioni anche notevoli riguardanti la qualità e la durata del contatto fra il martelletto e la corda.

Le varianti delle quali il pianista dispone per esprimere con il tocco la sua intenzione musicale non riguardano solo la forza, o il peso, che fa gravare sul tasto, ma anche la velocità con quale compie questa azione. Il gioco di leve che muovono il martelletto non parte dal tasto ma dalle articolazioni del braccio, del polso e quindi delle dita del pianista secondo un modello attivo coordinato e

comandato dal cervello. I modi di “toccare” la tastiera sono estremamente numerosi, tanti quante sono le intenzioni musicali dell’esecutore.

Secondo le ricerche dei fisici Ferrari e Manfredi, il martelletto, nella sua corsa verso il punto di percussione, è animato da piccolissimi scatti, come se vibrasse con una legge dipendente dalla relazione forza/velocità con cui è abbassato il tasto. La qualità del contatto fra il martelletto e la corda dipende a sua volta dalla dinamica impressa al martelletto stesso; dal momento che gli effetti della legge di Young sulla generazione delle armoniche, in questo caso, sono correlati con la modalità di percussione, è evidente che ad ogni variazione del rapporto forza/velocità debbano corrispondere differenziazioni sullo spettro armonico e quindi sul timbro, nonostante il punto di contatto fra martelletto e corda resti invariato. L’azione del percussore viene analizzata in base a quattro stadi: 1) arrivo del martelletto e inizio del suo contatto con la corda; 2) compressione del feltro che copre la testa del percussore; 3) reazione elastica, o espansione, del feltro; 4) fine del contatto e ritorno del martelletto.

Secondo questi studi, più violento e breve è il contatto, meno efficaci sono gli effetti della legge di Young: lo spettro risulta ricco di componenti armoniche elevate aventi ampiezza considerevole e il suono tende ad un timbro più o meno metallico. Se, invece, il contatto è morbido, gli effetti della legge sono più evidenti: la presenza delle armoniche elevate diminuisce di numero e di ampiezza e il suono risulta dolce e vellutato. Fra un estremo e l’altro le sfumature sono innumerevoli.

Per quanto riguarda il corpo dello strumento, esso è acusticamente un sistema risonante molto complesso, dove ogni componente influisce sul risultato, comprese le corde non percosse. Prima che il suono si propaghi all’ambiente, le vibrazioni percorrono le strutture solide dello strumento con velocità diverse, in relazione alla disposizione delle fibre delle parti legnose.

IV.

Analisi cinematica e acustica del tocco e della meccanica del pianoforte in relazione al timbro

Introduzione

I metodi e i trattati pianistici passati in rassegna nel I Capitolo del presente lavoro hanno incentrato la ricerca sull'aspetto meccanico della prassi esecutiva. Ciascun didatta ha percorso questa strada con i propri mezzi: i primi metodi teorico-pratici s'incentrano semplicemente su precetti riguardanti la posizione del corpo e delle mani e sui principi della diteggiatura; i metodi esclusivamente pratici si basano sulla "ginnastica di dito" e ricorrono, quindi, all'esercizio ripetuto innumerevoli volte fino al conseguimento di un automatismo; i metodi romantici studiano l'evoluzione della meccanica in relazione a quella del repertorio cominciando a mettere in rapporto il suono con il gesto; i trattati scientifico-razionali tra Otto e Novecento, influenzati dai progressi delle scienze anatomiche e fisiologiche, iniziano a sistematizzare il movimento pianistico tramite la sperimentazione e l'invenzione di strumenti per il rilievo dei dati.

Tutti questi lavori presentano una sezione dedicata alle diverse modalità di produzione sonora e, quasi tutti, giungono ad una medesima conclusione: pur nella sua ricchezza, il pianoforte è uno strumento monotimbrico, dove la differenza tra i suoni è data dall'intensità e dall'agogica. Theodor Leschetizky, per esempio, ci fa sapere tramite la sua allieva Malwine Brèe, di studiare sempre gli esercizi in relazione al suono perchè il musicista non deve dimenticare che «c'est le ton que fait la musique».¹²⁵ Secondo il maestro, anche se il suono del pianoforte non presenta la varietà della voce e del violino, il pianista dovrebbe riuscire a creare sonorità differenti che si manifestano nell'uso del *legato*, dello *staccato*, del *portamento* e così via; tutto resta però a livello percettivo, poiché non presenta nessuna dimostrazione. Marie Jaell, in riferimento al "bel suono" di Franz Liszt, ritiene sia possibile modificare il timbro del pianoforte tramite diversi tipi di attacco del tasto, ma non dimostra tale assunto in riferimento al risultato acustico.¹²⁶ Albert Maria Steinhausen, il quale affronta il problema della didattica in maniera così scientifica tanto da sostenere che lo studio della fisiologia andrebbe inserito nelle materie obbligatorie del Conservatorio, afferma che

¹²⁵ M. BRÈE, *The Leschetizky Method. A Guide to Fine and Correct Piano Playing*, New York, G. Schirmer, 1902, p. 26.

¹²⁶ Cfr. M. JAËLL, *La musique et la Psychophysiologie*, Paris, Alcan, 1896, p. 96.

l'unica maniera in cui si può interferire sul suono è attraverso l'intensità: il nome 'Pianoforte' è, infatti, il termine più appropriato per la sua definizione.¹²⁷ Rudolf Maria Breithaupt nel suo *Die Natürliche Klaviertechnik*, quando si occupa di *Dinamica – Estetica e Ritmica*, osserva un'interazione fra strumento e pianista: da una parte vi è lo strumento con un suono "fatto", cioè determinato dal costruttore, e dall'altra vi è il pianista che ha soltanto la possibilità di variare il volume sonoro.¹²⁸ Otto Rudolf Ortmann, che negli Stati Uniti impianta un laboratorio per compiere ricerche sul pianoforte e costruisce un braccio meccanico per effettuare dei rilievi misurabili in maniera certa, intuisce che la meccanica si comporta in maniera differenziata se il tocco è percussivo (il dito giunge sul tasto da lontano) oppure non percussivo (il dito abbassa il tasto partendo dalla sua superficie).¹²⁹ Esegue rilievi cinematografici che registrano le immagini al quinto di secondo e intravede un arresto del tasto subito dopo la percussione; ma quando analizza la produzione del suono, afferma che è solo l'intensità, legata alla velocità del colpo di dito, a variare. Il pianoforte resta, quindi, uno strumento monotimbrico.¹³⁰

Con tali premesse, dimostrare la politimbricità del pianoforte, ossia la varietà timbrica, sembrerebbe impossibile. Vorrei, però, richiamare l'attenzione su un semplice dato di fatto che permetterà di porre dei dubbi sulla monotimbricità del pianoforte. Ogni ascoltatore dotato di un buon "orecchio", gusto e un minimo di cultura musicale percepisce, per esempio, che uno stesso pianoforte, toccato da diversi esecutori suona in maniera differente, attribuendo la ragione di ciò al "tocco personale"; lo stesso ascoltatore, se pone maggiore attenzione, avverte molteplici sonorità all'interno della stessa esecuzione, motivandosi la causa di tale varietà acustica attraverso la maggiore o minore intensità dei suoni. In questa sede si vuole invece sostenere che la varietà acustica non è causata solo dall'intensità e dall'agogica, come ritengono la maggior parte dei trattatisti, ma consiste in un cambiamento di timbro, ossia nel diverso rapporto d'intensità tra i singoli armonici, determinato dal differente comportamento della meccanica in relazione al gesto. È possibile dimostrare tale affermazione solo attraverso l'analisi di un singolo suono: un tasto toccato in una determinata maniera provoca una certa

¹²⁷ F. A. STEINHAUSEN, *Über die physiologischen Fehler und die Umgestaltung der Klaviertechnik*, Leipzig, Breitkopf & Härtel, 1905, pp. 12-19.

¹²⁸ R. M. BREITHAUPT, *Die Natürliche Klaviertechnik*, II, Leipzig, C. F. Kahnt Nachfolger, 1909, pp. 53-57.

¹²⁹ O. ORTMANN, *The Physiological Mechanics of Piano Technique*, New York, E. P. Dutton & Co., 1929, pp. 144-146 e 231-237.

¹³⁰ *Ivi*, pp. 242-245.

reazione della meccanica e una conseguente reazione acustica che sarà diversa se viene messo in movimento con altre modalità, ma uguale se invece il tocco è lo stesso. L'ipotesi da cui parte il mio progetto di ricerca consiste quindi nel mettere in relazione il gesto pianistico, il movimento della meccanica e il suono prodotto per dimostrare la politimbricità del pianoforte.

L'indagine si è svolta nel corso di un triennio. I primi risultati, confluiti in un intervento presentato al 57° Congresso Nazionale della Società Italiana di Anatomia, tenutosi a Lipari nel settembre del 2003, e pubblicati lo stesso anno sul *Italian Journal of Anatomy and Embriology*,¹³¹ riguardavano la ripetibilità dei movimenti pianistici durante l'esecuzione di una scala di Do magg. In una fase successiva, tra la primavera del 2004 e marzo 2005, si è tentato di individuare alcuni parametri ripetibili nell'esecuzione del *Minuetto* in Sol min. BWV Anhang 115 di Christian Petzold, contenuto nel *Notenbüchlein für Anna Magdalena Bach*. Nell'ultima fase, svoltasi tra la primavera del 2005 e gennaio 2007, si sono esaminati i movimenti della meccanica del pianoforte in relazione al tocco e al timbro prodotti. Questa fase del progetto si è realizzata in due momenti distinti, ciascuno dei quali ha utilizzato due diversi sistemi di rilevamento: il sistema optoelettrico SMART e la Cinespeedcam Weinberger Visart.

Considerata la mole dei dati ottenuti, si è deciso di articolare questo capitolo in quattro sezioni.

4.1 La ripetibilità dei movimenti delle dita durante l'esecuzione di un minuetto

L'analisi di un movimento richiede la valutazione di ogni dettaglio sperimentale; il protocollo, l'insieme delle regole e delle procedure da eseguire in modo rigoroso, viene definito col tentativo di rendere lo studio ripetibile e soggetto al minor numero possibile di errori. Con tale consapevolezza si è proceduto al rilevamento dei dati. Dall'analisi condotta sui movimenti della dita nei pianisti durante l'esecuzione di una scala in Do magg. a due ottave (Lipari 2003) si è individuato l'indice di ripetibilità del movimento per lo stesso soggetto

¹³¹ C. SFORZA, C. MACRÌ, M. TURCI, GP. GRASSI, V. F. FERRARIO *Neuromuscular patterns of finger movements during piano playing. Definition of an experimental protocol*, «Italian Journal of Anatomy and Embryology», 108, 2003, pp. 211-222.

e del medesimo movimento tra soggetti diversi per età e formazione. Aver compreso che è possibile misurare i movimenti pianistici, considerato il loro alto indice di ripetibilità, presupponeva che si potesse individuare la stessa ripetibilità nella produzione sonora. Si è deciso, quindi, di portare avanti la ricerca mettendo in rapporto il gesto con il suono per individuare altri parametri che in qualche misura facessero comprendere la differenza fra un'esecuzione artistica e una non artistica, o fra un artista e un altro.

Per arrivare a tali risultati l'unica strada immediatamente percorribile era quella di fare eseguire uno stesso brano a pianisti professionisti e ad allievi in fase di formazione. Affinché ciò si compisse era necessario superare una serie di ostacoli, primo fra tutti l'assenza di uno strumento: la ricerca sulla ripetibilità dei movimenti nelle scale era stata, infatti, condotta su una tastiera digitale, che certamente non può ricreare le condizioni meccaniche e acustiche di un vero pianoforte. Si doveva trovare, quindi, un pianoforte a coda, per ragioni meccaniche e acustiche: la meccanica moderna del pianoforte a coda, evolutasi in circa duecento anni, permette all'esecutore una risposta immediata alle infinite sfumature di tocco; la tavola armonica consente di produrre dei suoni ricchi di armonici che variano a seconda del tocco e del registro, a differenza della tastiera digitale basata su una campionatura sonora precostituita tanto astratta da non esistere in natura. Per avere all'interno del laboratorio di Anatomia Umana del Dipartimento di Anatomia dell'Università di Milano uno strumento adeguato ci si è rivolti ad Angelo Fabbrini di Pescara che ha messo a disposizione in comodato gratuito un Bechstein mezza coda modello 190.

L'altro problema di non facile soluzione consisteva nella scelta del brano da fare eseguire. Da una parte bisognava tenere in considerazione i limiti del sistema di rilevamento che non consentivano di scegliere brani molto complessi o lunghi; dall'altra si doveva scegliere una composizione che poteva essere eseguita da allievi alle prime armi e da concertisti con oltre trent'anni di esperienza. Tale brano doveva, quindi, essere semplice tecnicamente, ma pregevole dal punto di vista artistico in modo da poter valutare l'aspetto interpretativo. La scelta è caduta sul *Minuetto* in Sol minore di Petzold. Un altro fattore a favore di questo brano consiste nel suo impianto tonale, il Sol minore, che prevede solo due bemolli in chiave; in particolare, durante le prime sedici misure, la mano destra, su cui si è poi concentrata l'indagine, suona solo due volte il Si bemolle. Tale condizione risulta fondamentale perché i calcoli dell'acquisizione si basano sullo spostamento verticale del dito: i tasti neri sono, infatti, 11 mm più alti rispetto ai bianchi e, schiacciati, non vanno mai al di sotto del livello a riposo dei tasti

bianchi (scelto come riferimento zero delle altezze). Il movimento sui tasti neri, quindi, non viene rilevato dal sistema come movimento utile alla produzione di suono, perchè non viene visto. Nel brano, la mano destra (sulla quale sono posizionati i markers) si muove su due ottave: il volume di lavoro richiesto è quindi limitato. Questa è una condizione molto importante, perché ogni marker deve essere visto da almeno due telecamere durante ogni istante del movimento affinché sia possibile la ricostruzione tridimensionale; a causa delle difficoltà strutturali del set sperimentale, descritte analiticamente inseguito, e della complessità del movimento, un volume di dimensioni maggiori avrebbe richiesto un numero di telecamere superiore e loro problemi di posizionamento.

Infine era indispensabile una collaborazione scientifica con personale che avesse competenze matematiche e bioingegneristiche. Nello spirito della più proficua collaborazione è stata inserita all'interno del progetto la dott.ssa Emilia Biffi, allora laureanda in Ingegneria biomedica, che ha analizzato i dati ricavati dai rilievi per realizzare la sua tesi finale.¹³²

4.1.1 Protocollo sperimentale: materiali e metodi

Grazie alla collaborazione dei Conservatori di Musica “Fausto Torrefranca” di Vibo Valentia, “Giuseppe Verdi” di Milano e di una serie di noti pianisti è stato possibile realizzare un nutrito gruppo costituito da diciannove soggetti di un'età compresa fra gli otto e i sessant'anni ed un'anzianità di pratica al pianoforte che variava dai due ai cinquant'anni (Tab. 1).

PIANISTI	SESSO	ETÀ	ANNI di STUDIO
A1	M	13	5
A2	F	8	2
A3	M	26	19
A4	F	21	8
A5	M	17	9
A6	F	9	3
A7	M	26	8
A8	M	22	7

¹³² Cfr. E. BIFFI, *Analisi cinematica dei movimenti delle dita dei pianisti*, Relatore Prof. Renato Rodano, Tutor Aziendale Prof.ssa Chiarella Sforza, Politecnico di Milano Facoltà di Ingegneria Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica, A.A. 2004/05.

C1	M	68	61
C2	M	36	28
C3	M	69	62
C4	M	31	24
C5	M	41	31
C6	F	34	25
C7	M	39	34
C8	M	40	32
I1	M	59	49
I2	F	26	20
I3	M	41	37

Tab. 1. Elenco dei soggetti analizzati nella fase 1 del lavoro. Le sigle si riferiscono alla suddivisione dei musicisti in allievi (A), concertisti (C) e insegnanti (I).

Sulla mano destra di ciascun soggetto sono stati posizionati 7 markers passivi fotoriflettenti secondo il modello proposto in **Figura 4.1**.



I rilievi sono avvenuti nei locali del laboratorio di Anatomia Umana dell'Università di Milano, dove si trovava il pianoforte a coda Bechstein. I pianisti dovevano suonare il Minuetto (**Figura 4.2**) con le seguenti modalità: eseguire tre volte le prime sedici battute a mani unite e l'intera composizione una sola volta. Ad ogni esecutore è stata consegnata copia del brano in edizione Urtext e ciascuno ha segnato la diteggiatura che intendeva utilizzare e scrupolosamente osservare durante tutte le registrazioni.



Fig. 4.2. Spartito del Minuetto in Sol min. BWV Anhang 115 di Christian Petzold



Fig. 4.3.
Telecamera
circondata
dalla corona
circulari di led

Ogni esecutore doveva iniziare la sua *performance* tenendo la mano appoggiata sui tasti bianchi, senza abbassarli, finché non riceveva un segnale di avvio; ciò era necessario perché fossero disponibili circa 120 frames di acquisizione statica iniziale. I pianisti dovevano eseguire il brano a mani unite in modo espressivo. Era consentito l'uso del pedale, mentre bisognava astenersi dall'esecuzione degli abbellimenti. Terminata ciascuna delle ripetizioni, l'esecutore doveva mantenere la mano ferma con i tasti dell'accordo finale abbassati per consentire l'acquisizione finale al sistema.

Per l'acquisizione dei dati è stato usato un sistema optoelettronico (Smart System, E-motion, Padova, Italia), composto da telecamere (Fig. 4.3) dotate di una corona circolare di led in grado di emettere luce nel campo dei vicini infrarossi che va a riflettersi sui markers passivi in movimento solidale con il corpo; le telecamere, dotate di filtri specifici per queste lunghezze d'onda

(780 – 1400 nm), registrano solamente la luce riflessa dai markers. Sono state usate sei telecamere, posizionate come indicato nelle **Figure 4.4 e 4.5**, operanti ad una frequenza di campionatura di 60 Hz. (sessanta immagini ogni minuto secondo).

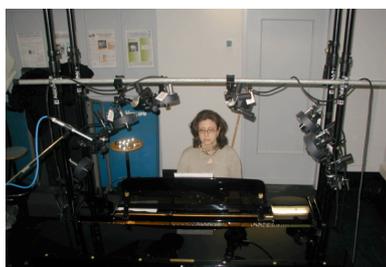
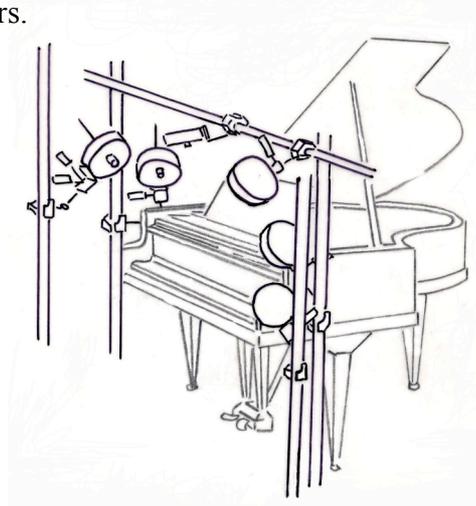


Fig. 4.4. Set sperimentale

Effettuate le necessarie calibrazioni, il sistema riesce a discriminare due markers statici distanti fra loro 4 mm e dinamici a 6 mm. Durante l'esecuzione, un software specifico (*Smart Capture*) riconosce le coordinate baricentrali di ciascun marker acquisite da ogni telecamera, le converte in dati metrici e, grazie ai valori ottenuti in calibrazione, ricostruisce il movimento tridimensionale frame per frame di tutti i markers.

Fig. 4.5. Set sperimentale: a causa della struttura e delle dimensioni dello strumento si sono dovute posizionare le telecamere su un sistema di pali



Il protocollo sperimentale del progetto ripercorre fondamentalmente quello utilizzato per il rilievo della scala di Do maggiore, dove l'attenzione era circoscritta all'analisi del movimento delle dita effettuata tramite il sistema SMART. Anche questa volta sono state realizzate delle ricerche "mute", in cui si indaga esclusivamente il movimento per individuare eventuali parametri di ripetibilità e non il risultato acustico. La novità, rispetto al lavoro precedente, dove si era analizzato il movimento nella sola componente verticale, consiste nel rilievo e studio delle tre coordinate spaziali: ciò ha permesso di determinare il vettore velocità v .

Durante l'esecuzione del brano le dita compiono due tipi di movimenti: alcuni utili alla creazione del suono e altri non finalizzati direttamente a tale

produzione, denominati erratici. L'analisi dei dati effettuata dalla dott.ssa Biffi,¹³³ prende in esame l'energia cinetica unitaria, la sua suddivisione in movimenti utili (quelli compiuti dalle dita dal livello del tasto a riposo fino allo sfondo) ed erratici (quelli compiuti dalle dita prima e dopo la produzione del suono e in ogni caso al di sopra del livello dei tasti a riposo).

4.1.2 Analisi dei dati

Biffi¹³⁴ ha proceduto all'analisi dei dati tramite la statistica descrittiva¹³⁵ e quella inferenziale,¹³⁶ per rendere il campione dei soggetti il più significativo possibile, dividendo i diciannove soggetti in due categorie: da una parte concertisti e dall'altra allievi e insegnanti. Ha scelto di considerare, come grandezza determinante, l'energia cinetica unitaria, poiché il movimento che si va ad analizzare è un atto complesso, complicato moltissimo dalle masse in gioco e dalla loro distribuzione durante l'azione. Definirla come energia cinetica unitaria permette di quantificare i movimenti delle dita tenendo conto delle tre dimensioni dello spazio e, già dopo una prima analisi qualitativa, ottenere informazioni sul tipo di movimento. L'energia cinetica totale è stata divisa in energia cinetica erratica, relativa ai movimenti che non producono suono (movimento delle dita sulla tastiera) ed energia cinetica utile, relativa ai movimenti di pressione dei tasti che invece lo generano; sono stati analizzati sia i valori assoluti sia quelli percentuali. È stata esaminata sia la variabilità entro i singoli soggetti sia quella fra soggetti; la variabilità dei singoli è stata valutata calcolando, per ogni soggetto, media¹³⁷ e deviazione standard¹³⁸ dell'energia cinetica erratica assoluta e

¹³³ *Ivi.*, p. 3.

¹³⁴ *Ivi.*, pp. 17-19.

¹³⁵ La statistica descrittiva è la branca della Statistica che studia i criteri di rilevazione, di classificazione e di sintesi delle informazioni relative a una popolazione oggetto di studio; raccoglie le informazioni sulla popolazione o su una parte di essa (campione) in distribuzioni, semplici o complesse (almeno due caratteri), e sintetizza attraverso famiglie di indici: valori medi, indici di variabilità, indici di forma, rapporti statistici, relazioni statistiche; i risultati ottenuti in tal modo si possono definire certi, a meno di errori di misurazioni, che essendo dovuti al caso, in media, si annullano per definizione.

¹³⁶ L'inferenza statistica è il procedimento per cui si deducono le caratteristiche di una popolazione dall'osservazione di una parte di essa, detta campione selezionata solitamente mediante un esperimento casuale (aleatorio). Da un punto di vista *filosofico*, si tratta di tecniche matematiche per quantificare il processo di apprendimento tramite l'esperienza.

¹³⁷ La media aritmetica, comunemente detta media, viene usata per riassumere con un solo numero un insieme di dati su un fenomeno misurabile. Viene calcolata sommando i diversi valori a disposizione, i quali vengono divisi con il numero complessivo di valori.

dell'energia cinetica utile percentuale sulle tre ripetizioni da sedici battute. Per i soggetti è stato poi calcolato il coefficiente di variabilità CV%.¹³⁹ La variabilità fra soggetti è stata valutata calcolando la media di energia cinetica totale, erratica e utile, assoluta e percentuale, per i singoli soggetti sulle tre ripetizioni delle prime sedici battute del brano.

Dopo aver sottoposto i dati ai test non parametrici della somma dei ranghi o di Wilcoxon e lo chi-quadro e, infine, verificato il tutto con il test ANOVA (Analysis of Variance) a due vie, Biffi è giunta ad un risultato riassunto nella **Tabella 2**,¹⁴⁰ in cui possiamo leggere, per ciascun soggetto, i valori di media, deviazione standard (SD) e coefficiente di variabilità percentuale (CV%) sulle tre ripetizioni; minore è CV%, maggiore è la ripetibilità del soggetto.

I	Energia cinetica erratica assoluta			II	Energia cinetica utile percentuale			
	PIANIST I	MEDI A	SD		CV%₁	PIANIST I	MEDI A	S D
A1		86,3	1,5	1,77	A1	4,4	0,3	6,51
A2		67,3	1,5	2,27	A2	8,3	0,6	6,88
A3		59,6	3,1	5,12	A3	15	3,3	22,21
A4		155	5,2	3,35	A4	8,6	1,9	22,58
A5		122	9,9	8,11	A5	16,5	2,0	12,00
A6		77,7	3,5	4,52	A6	6,0	1,1	18,03
A7		79	11,	13,9	A7	16,4	8,	53,48

¹³⁸ La deviazione standard o scarto quadratico medio è un indice di dispersione (vale a dire una misura di variabilità di una popolazione o di una variabile casuale) derivato direttamente dalla varianza, che ha la stessa unità di misura dei valori osservati (mentre la varianza ha come unità di misura il quadrato dell'unità di misura dei valori di riferimento). La deviazione standard misura la dispersione dei dati intorno al valore atteso.

¹³⁹ Il coefficiente di variabilità percentuale è il rapporto percentuale tra la deviazione standard e la sua media che permette di valutare la variabilità intraindividuale.

¹⁴⁰ *Ivi*, p. 21.

		1				8	
A8	151,7	4,0	2,66	A8	13,3	1,9	14,51
C1	174,7	10,8	6,18	C1	7,3	0,6	8,30
C2	52,3	6,0	11,52	C2	10,6	1,3	11,91
C3	296,3	21,5	7,27	C3	6,9	1,9	27,80
C4	230	0	0,00	C4	8	0,2	2,67
C5	150,3	7,5	4,99	C5	12,3	2	16,31
C6	223,7	11,8	5,30	C6	12,1	1,3	11,13
C7	80	2,6	3,31	C7	11,1	0,6	5,41
C8	171,5	10,6	6,18	C8	9,3	1,8	19,77
I1	63,7	2,1	3,27	I1	12,4	2,8	22,82
I2	79	4,6	5,80	I2	8,9	2,7	29,73
I3	71,5	0,7	0,99	I3	9,1	0,3	3,11

Tab. 2. Variabilità intraindividuale. (I) media, deviazione standard, coefficiente di variabilità percentuale dell'energia cinetica erratica assoluta ($\text{kg}^{-1}\text{m}^2\text{s}^{-2}\text{kg}^{-1}$). (II) media, deviazione standard, coefficiente di variabilità percentuale dell'energia cinetica utile percentuale ($\text{kg}^{-1}\text{m}^2\text{s}^{-2}\text{kg}^{-1}\%$)

Questi valori sono stati messi in relazione agli anni di studio di ciascun soggetto. Ne è risultato che i concertisti con molti anni di esperienza presentavano una percentuale più alta di movimenti erratici rispetto a quella degli allievi e degli insegnanti. Dopo aver discusso dettagliatamente i dati¹⁴¹ la Dott.ssa Biffi in conclusione afferma: «l'analisi non ha rivelato differenze significative nei valori richiesti di energia totale delle dita, mentre sono risultati diversi i valori per

¹⁴¹ Ivi, pp. 21-27.

singolo tocco: una spiegazione potrebbe essere che le dita utilizzate più spesso vengono mosse meno velocemente, mentre le dita che più di rado intervengono nel brano musicale per produrre suono, si muovono più rapidamente consumando più energia, in una sorta di bilancio energetico. In conclusione, non si sono riscontrate differenze fra “concertisti” ed “allievi e insegnanti”, riguardanti la tecnica oggettiva di esecuzione: la percentuale di utilizzo della dita (che è stata utilizzata per valutare la diteggiatura), infatti, non si è rivelata significativamente diversa fra i due gruppi, mentre sono risultati differenti i movimenti delle dita e la loro velocità. La ricerca del concertista, rispetto a quella dell’allievo e dell’insegnante, è quindi volta al raggiungimento di prestazioni particolari, strettamente legate alla personale “interpretazione”». ¹⁴²

I dati elaborati hanno mostrato come la principale differenza fra gli allievi e i concertisti fosse la percentuale di movimenti erratici. È probabile che i concertisti ricercando un suono adatto al genere e allo stile del minuetto abbiano voluto realizzare quel caratteristico suono brillante, prodotto da una percussione del tasto da lontano, tipico delle esecuzioni barocche. Al contrario, gli allievi e gli insegnanti si sono concentrati sulla realizzazione di un suono cantabile generico che prevede l’uso delle dita a contatto con la tastiera prima di suonare le singole note. Nella formazione didattica i minuetti del quaderno di Anna Magdalena Bach sono, infatti, utilizzati nei primi anni di studio quando gli allievi devono apprendere i fondamenti della tecnica pianistica e una delle principali finalità consiste nel riuscire ad utilizzare con disinvoltura sia un tocco da vicino sia da lontano. I minuetti che hanno molto spesso una melodia ben definita affidata alla mano destra sono ideali per far apprendere ai giovanissimi allievi la differenza fra cantabile (mano destra da vicino) e accompagnamento (mano sinistra con poco peso).

¹⁴² *Ivi*, p. 31.

4.2. Analisi del rapporto fra tocco, meccanica e timbro del pianoforte attraverso la ripetizione di una singola nota

La ricerca condotta sul movimento delle dita durante l'esecuzione del minuetto ha rivelato una diversità chiara e quantificabile tra il gruppo dei concertisti e quello degli allievi e insegnanti che si manifesta principalmente nella differente percentuale dei movimenti erratici, ossia quelle azioni compiute dalle dita senza generare suono. È stato così possibile quantificare il *sound* di un artista e distinguerlo da quello di un altro, individuandone la causa nelle traiettorie dei movimenti delle sue dita. Acquisita tale certezza si è voluto fare un passo in avanti: considerato che 1) l'esecuzione pianistica si esprime attraverso una costellazione di movimenti complessi che interagiscono con una meccanica ugualmente complessa e 2) le variazioni di suono sono il frutto di una serie infinita di variabili poste in essere dall'interazione tra le terminazioni di un sistema biomeccanico (costituito da braccio-avambraccio-mano-dita), e uno meccanico (formato da tavola armonica-corde-martelli-meccanica-tasti),¹⁴³ nella seconda fase del progetto si è cercato:

1. di comprendere e quantificare quanto sia stretta la relazione tra i due sistemi
2. di mettere in rapporto la reazione della meccanica con il risultato sonoro.

La differente qualità timbrica dei diversi pianisti potrebbe essere determinata sia dalla struttura anatomico-fisiologica sia dalla tecnica da loro utilizzata, ossia dal tocco. Alla base di questa seconda fase della ricerca vi è, dunque, l'idea di collegare una famiglia di movimenti (tocchi) ad una famiglia di suoni (timbri). In pratica si è voluto verificare se ad una serie di ripetizioni della stessa nota eseguite modificando in maniera programmatica il tocco, corrisponde una differenza parimenti programmatica di suono. Come dimostro nella mia tesi di laurea,¹⁴⁴ la prassi esecutiva pianistica si esprime in una serie di parametri che concatenati fra loro determinano i vari tocchi. Se vogliamo sintetizzare ulteriormente possiamo ridurre questi parametri a due grandi famiglie di tocco, poiché l'apparato biomeccanico può fondamentalmente entrare in contatto con la tastiera in due modi differenti: da lontano, attraverso una percussione ("Suono di attacco"),¹⁴⁵ e da vicino, attraverso una pressione ("Suono di pressione").¹⁴⁶

¹⁴³ Cfr. MACRÌ, *op. cit.*, p. 153.

¹⁴⁴ *Ivi.*, pp. 157-158.

¹⁴⁵ Cfr. MACRÌ, *op. cit.*, pp. 163-166.

¹⁴⁶ *Ivi.*, pp. 166-167.

4.2.1 Rilievi effettuati con la SMART: materiali e metodo

Questa seconda fase della ricerca, che contempla l'osservazione della meccanica in movimento sollecitata dall'azione dell'apparato biomeccanico, presentava all'inizio alcune difficoltà, tra cui l'inserimento di almeno una telecamera nella cassa del pianoforte per poter registrare il movimento del tasto e del martello. La meccanica occupa, infatti,

tutto lo spazio compreso fra i tasti e le corde; risultava, quindi, impossibile inserire anche la più piccola telecamera presente in laboratorio.



Figura 4.6. Meccanica di tre tasti inserita nel cassone di un pianoforte Bechstein Mod. 190

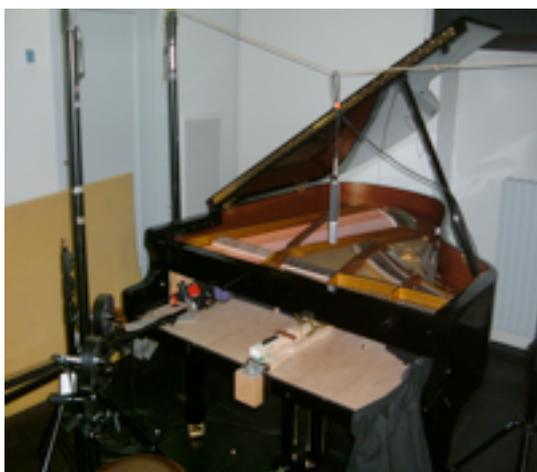


Figura 4.7. Pianoforte Bechstein Mod. 190

Grazie alla sensibilità e generosità di Angelo Fabbrini di Pescara e Leonard Duricic, responsabile della ricerca Bechstein si è potuto superare questo ostacolo: la Bechstein, nei suoi laboratori a Berlino, ha costruito una meccanica speciale matricola n. 29846 (Fig. 4.6) costituita soltanto da tre tasti che corrispondono alle note Fa₃ – Fa_{#3} – Sol₃, adatta ad essere inserita in un pianoforte mezza coda Modello 190 (Fig. 4.7). Questa meccanica speciale è

uguale a quella normale in tutte le sue componenti: è stato necessario ridurla a soli tre tasti per creare uno spazio sufficiente che consentisse l'inserimento di almeno una telecamera digitale nella cassa del pianoforte.

Sono stati effettuati alcuni rilievi per individuare un protocollo operativo:

1. si è sistemata la telecamera all'interno della cassa nella zona del registro più grave dove c'era un maggiore spazio a causa particolare forme della lira in ghisa (Fig. 4.8);



Figura 4.8. Telecamera nel cassone del pianoforte



Figura 4.9. Telecamere fuori dal pianoforte

2. si sono posizionate altre due telecamere all'esterno del pianoforte in modo da realizzare una terna, che è il requisito minimo per costruire una visione tridimensionale del movimento (Fig. 4.9);
3. si sono coperte con panno, nastro o cartoncino nero tutte le parti che avrebbero potuto riflettere luce e quindi interferire con il corretto funzionamento delle telecamere (Fig. 4.10);
4. si sono collocati tre markers, uno sulla punta del dito, uno sul tasto e uno sul martello (Fig. 4.11 e 4.12);



Fig. 4.10. Meccanica coperta per evitare riflessi



Fig. 4.11. Marker sul martello



Fig. 4.12. Markers su tasto e dito

5. si è pesato il martello dopo aver tolto il perno d'acciaio su cui ruota durante la sua azione;
6. si è proceduto all'accordatura del pianoforte, effettuata dal M^o Federico Pomerio di Classica Milano, per garantire al pianista una risposta acustica ottimale alle variazioni di tocco.

Il protocollo prevedeva l'esecuzione di una singola nota (Fa3), con l'indice della mano destra. Tale scelta era obbligata dalla posizione della telecamera all'interno del pianoforte, la quale, trovandosi alla sinistra della meccanica, inquadrava in modo chiaro e diretto il tasto e il dito indicati. I rilievi sono stati effettuati da Paolo Pollice, docente al Conservatorio di Musica "F. Torrefranca" di Vibo Valentia, promotore ideale della presente ricerca sulla varietà del timbro pianistico, da lui sperimentata in venticinque anni di insegnamento. Sono state eseguite quattro ripetizioni della stessa nota con vari tocchi per sei gradi di intensità, stabiliti dall'interprete. I tocchi utilizzati seguono la classificazione presentata nella mia tesi di laurea¹⁴⁷ e per alcuni di essi è stata effettuata una doppia registrazione come è visibile nella **Tabella 3**. Il file denominato "suono di pressione", è prodotto con il dito aderente al tasto; il file *dito curvo in* corrisponde al suono prodotto con il dito curvo combinato con il parametro "appoggio nella tastiera"; il file *dito curvo out* corrisponde al suono prodotto dal dito curvo combinato con il parametro "appoggio sulla tastiera"; il file *dito steso in* corrisponde al suono prodotto con il dito steso combinato con il parametro "appoggio nella tastiera" e il file *dito steso out* corrisponde al suono prodotto dal dito steso combinato con il parametro "appoggio sulla tastiera".

¹⁴⁷ I parametri considerati nella mia tesi di laurea sono: Attacco rapido-Attacco lento (*forte-piano*); Suono di attacco-Suono di pressione (non espressivo-espressivo); Dita curve-Dita stese (brillante-cantabile); Attacco in entrata-Attacco in uscita (pesante-leggero); Appoggio nella tastiera-Appoggio sulla tastiera (in rilievo-sullo sfondo); Legato-Staccato (unito-diviso). Cfr. MACRÌ, *op. cit.*, pp. 157-158.

Nome file	<i>pp</i>	<i>P</i>	<i>mp</i>	<i>mf</i>	<i>f</i>	<i>ff</i>
Suono di pressione	4	4	4	4	4	4
Suono di pressione 2	4	4	4	4	4	4
Dito curvo in	4	4	4	4	4	4
Dito curvo in 2	4	4	4	4	4	4
Dito curvo out	4	4	4	4	4	4
Dito curvo out 2	4	4	4	4	4	4
Dito steso in	4	4	4	4	4	4
Dito steso in 2	4	4	4	4	4	4
Dito steso out	4	4	4	4	4	4
Dito curvo staccato	4	4	4	4	4	4

Tab. 3. Protocollo di registrazione: per la stessa tipologia di tocco, si sono effettuate quattro ripetizioni della stessa nota con sei gradi successivi di intensità

I tocchi scelti sono stati eseguiti solo con il dito per evitare che il marker posizionato sull'ultima falangetta dell'indice uscisse dal campo visivo delle telecamere. In ogni caso l'utilizzo del dito consente di presentare tocchi di entrambe le famiglie selezionate, e quindi di poter affrontare la ricerca.

4.2.2 Analisi dei dati

Ogni file è costituito da 6 gruppi di quattro suoni, per un totale di 24 suoni, eseguiti in circa un minuto, cioè 60 secondi. Poiché il sistema Smart registra l'immagine ogni 120° di secondo, ciascun file sarà costituito da circa 7200 frames (60 x 120). Realizzate le acquisizioni, i files sono stati elaborati in un primo momento dal software Smart Capture che trasforma la visione optoelettronica in dati numerici, poi dal programma Matlab.7, che ha elaborato le tre dimensioni rilevate dal sistema Smart, per realizzare in maniera distinta per ognuno dei tre marker (dito – tasto – martello) strisce di dati relativi a “movimento”, “velocità” e “accelerazione”, e infine Excel per creare dei grafici esplicativi, la cui lettura ha fornito sì alcune risposte, ma soprattutto ha suscitato dubbi e interrogativi.

Mi si permetta una piccola digressione al fine di richiamare qui il funzionamento della meccanica di un moderno pianoforte a coda (**Fig. 4.13**) per poi procedere con la discussione sui dati ottenuti dalla sua analisi. Il tasto, il meccanismo e il martello sono tre parti indipendenti che interagiscono, però, tra loro. Il *tasto* agisce come una leva di primo grado; abbassandosi per azione del dito attraverso un *fulcro* collocato in una posizione mediana, esso solleva il *pilota* (un bottoncino di ottone regolabile) il quale spinge il *cavalletto*. Fra *pilota* e

cavalletto si trova la prima divisione. Al *cavalletto* è imperniato il *montante o leva del primo scappamento* che spinge il *martelletto* attraverso un *rullino* rivestito di pelle. Fra *montante* e *rullino* si trova la seconda divisione. Mentre il *cavalletto* si solleva, va ad urtare in basso con il *registro del primo scappamento* e in alto con la struttura della meccanica. Questa interruzione di corsa lascia libero il *martello* che va a percuotere le *corde*. Dopo la percussione, il martello, sia per effetto del rimbalzo sulle *corde* tese sia per l'attrazione di gravità, tende a tornare verso il basso. Se il *tasto* è ancora abbassato, il *martello* andrà a poggiarsi sul *paramartello* pronto per un'eventuale ripercussione ad opera del *secondo scappamento*, altrimenti ritornerà sul *feltro* per la posizione di riposo.

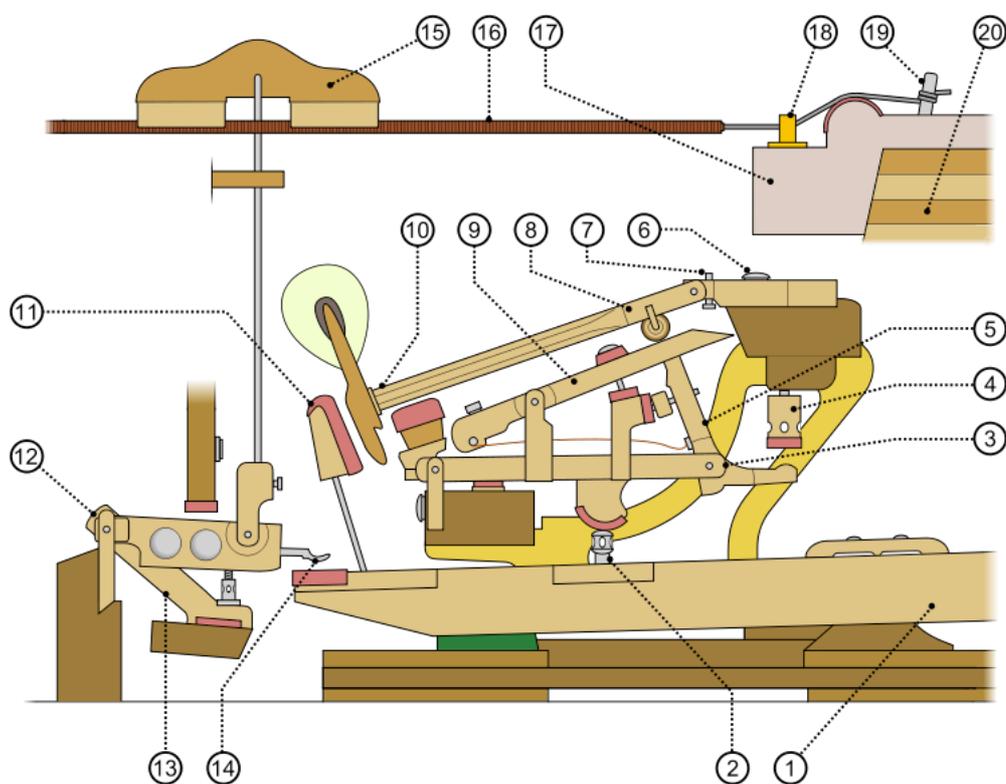


Fig. 4.13. Meccanica di un moderno pianoforte a coda: 1 tasto, 2 pilota, 3 cavalletto, 4 vite di regolazione, 5 montante o leva del primo scappamento, 6 vite della flangia del martello, 7 vite di caduta, 8 stiletto, 9 leva del doppio scappamento, 10 testa del martello, 11 paramartello, 12 leva dello smorzatore, 13 montante dello smorzatore, 14 cucchiaino, 15 feltrino smorzatore, 16 corda, 17 telaio, 18 graffa, 19 piolo, 20 incastro

Questo funzionamento così complesso, nel quale l'azione di leve simmetriche o asimmetriche interagisce con la forza di molle, con coefficienti di elasticità e la forza di gravità, ha lo scopo di trasmettere al martello una varietà e sensibilità tali da rendere le infinite sfumature timbriche di un'esecuzione.

Per trovare due suoni con la stessa intensità appartenenti a due files differenti, si è partiti, quindi, dal presupposto secondo cui il martello si comporta come una leva con fulcro fisso e il suo peso è invariabile nel tempo. Quando il tasto viene sollecitato dal dito per una serie di reazioni della meccanica, il martello passa dallo stato di riposo a quello di azione e procede verso le corde. La velocità del martello al momento del contatto con le corde del pianoforte, moltiplicato per la sua massa, produce la forza di impatto che determina la creazione del suono. L'unico parametro modificabile sembrerebbe essere, dunque, la velocità del martello che provoca una differente forza d'impatto, quindi d'intensità. Questo era, senza dubbio, il punto di partenza: il pianoforte, secondo la maggior parte degli studiosi e dei musicisti, è uno strumento con cui si può modificare la velocità d'impatto del martello e dunque l'intensità. Si è voluto invece dimostrare in tale sede come due suoni di pari intensità prodotti da tocchi differenti sono il risultato di un comportamento diverso del dito, del tasto e del martello. Ci siamo dunque trovati di fronte ad un paradosso: cercare l'intensità con una registrazione "muta", poiché il sistema Smart registra solo la traiettoria del movimento e non il suo risultato acustico. L'attenta lettura della colonna relativa alla "velocità del martello", presente in una tabella dati elaborata con Excel ha risolto tale contraddizione. Per comprendere ciò si osservi la **Tabella 4** di seguito proposta, frutto di un'elaborazione con Excel, che riporta uno dei ventiquattro suoni di cui il file è costituito: il numero dei frames analizzati va infatti dal 5475° a 5518°. La sequenza dei numeri che si succedono lungo le righe di cui è costituito un file (circa 7000/7200 poiché tanti sono i frames acquisiti dallo Smart) si presenta ora con un andamento crescente ora decrescente; in pratica i numeri mostrano la variazione di velocità del martello nel tempo. Tenuto conto che il martello all'atto della produzione del suono va a colpire le corde è evidente che in quel preciso momento subisce un brusco rallentamento. Se leggiamo la sequenza numerica nella colonna "velocità del martello" (**Tab. 4**) si può notare un numero alto (evidenziato nella **Tab. 4** in giallo) cui seguono immediatamente altri molto più bassi: è proprio in questo frame che avviene il contatto tra il martello e le corde. Il numero più alto ci indica, con un'accettabile approssimazione, la velocità con cui il martello è entrato in contatto con le corde, e quindi l'intensità. A riprova di ciò, basti leggere il numero contenuto nel frame successivo nella colonna del "movimento del martello" (evidenziato in rosso nella **Tab. 4**): tale numero si aggira intorno al valore 28 che rappresenta l'escursione massima del martello, ossia il punto in cui esso raggiunge le corde. Se si osserva

in tale frame la “velocità del martello”, essa scende vorticosamente, poiché è avvenuto l’impatto tra martello e corde.

A mo’ d’esempio propongo un frammento di uno di questi file elaborati con Excel (**Tab. 4**) ed esattamente “dito curvo out” dal frame 5475 al frame 5525. Si tratta della serie numerica di un suono *forte*: nella colonna “velocità del martello” al frame 5499 si legge 907,4737397; al frame 5500, cioè il successivo, nella stessa colonna si legge 597,3140479 e al seguente 294,4418777. È evidente quindi la brusca decelerazione del martello. Contemporaneamente nella colonna “movimento del martello” al frame 5500 leggiamo 28,42089124 che è il picco di questo movimento. Risulta ormai chiaro come il numero 907, 4737397 rappresenti il picco della velocità del martello per questo suono “dito curvo out”.

Frames	movimento tasto	movimento tasto negativo	movimento martello	movimento dito	velocità tasto	velocità martello	velocità dito	Accelerazione tasto	accelerazione martello	accelerazione dito
5475	0,043649968	-0,043649968	0,333621844	90,56588355	7,903981365	6,309933439	236,9697499	898,8454961	611,9764262	-196,1425627
5476	0,053050228	-0,053050228	0,395656164	92,55308061	1,128031216	7,444118315	238,4996474	813,1140178	-136,1021852	183,5877037
5477	0,06128473	-0,06128473	0,365983472	88,34260512	0,988140284	3,560723051	505,2570583	16,78691181	466,0074318	32010,88931
5478	0,048297891	-0,048297891	0,331035566	84,13280499	1,558420719	4,193748633	505,1760156	68,43365218	-75,96306994	9,725130899
5479	0,051594632	-0,051594632	0,323775125	79,92378694	0,395608898	0,871252992	505,0821666	139,5374185	398,699477	11,26187808
5480	0,058155363	-0,058155363	0,339404633	75,71568138	0,787287784	1,875540931	504,9726665	-47,00146624	-120,5145526	13,14001566
5481	0,072640969	-0,072640969	0,325435139	71,50864942	1,738272674	1,67633923	504,8438349	114,1181869	-23,9042041	15,45978966
5482	0,061600952	-0,061600952	0,338053864	67,30289239	1,324801967	1,514246949	504,6908439	49,61648484	-19,45107369	18,35891884
5483	0,060007847	-0,060007847	0,392699591	63,09866522	0,191172647	6,557487254	504,5072606	136,0355185	605,1888366	22,0299937
5484	0,084188353	-0,084188353	0,37493296	58,89629553	2,901660718	2,131995639	504,2843627	325,2585686	531,0589939	26,74774487
5485	0,07142849	-0,07142849	0,30145994	54,69621146	1,531183529	8,816762459	504,0100882	164,4572627	802,1720184	32,9129444
5486	0,068904828	-0,068904828	0,29990417	50,49898332	0,302839512	0,186692385	503,6673777	147,4012821	1035,608409	41,12526304
5487	0,060986004	-0,060986004	0,340866268	46,3053877	0,950258796	4,915451785	503,2314741	-77,69031403	-567,4511281	52,30842558
5488	0,065950652	-0,065950652	0,332138166	42,11650971	0,595757718	1,047372298	502,6653585	-42,54012932	-464,1695384	67,93388065
5489	0,076664506	-0,076664506	0,335263486	37,93391223	1,285662456	0,375038436	501,9116978	82,78856859	-80,68006355	90,43927881
5490	0,100704991	-0,100704991	0,347582273	33,75992965	2,884858251	1,478254424	500,8779091	191,9034953	132,3859186	124,0546491
5491	0,109827072	-0,109827072	0,350640936	29,59820687	1,094649678	0,367039574	499,4067342	214,8250287	133,3457819	176,5409869
5492	0,112408063	-0,112408063	0,374818838	25,45475782	0,309718996	2,901348223	497,2138853	94,1916818	304,1170379	263,1418638
5493	0,053877384	-0,053877384	0,393623693	21,34022934	7,023681481	2,256582651	493,7434178	805,6754981	77,37186867	416,4560955
5494	0,550880115	-0,550880115	0,194490626	6,431120155	59,64032766	23,89596807	1789,093103	6313,997541	2596,72625	155441,9622
5495	1,465637326	-1,465637326	1,395714227	3,128497324	109,7708654	144,1468321	396,3147397	-6015,664524	14430,10369	167133,4035
5496	1,548400819	-1,548400819	5,220178965	4,004856407	9,931619127	458,9357685	105,1630899	11980,70955	37774,67237	34938,19797
5497	2,740472852	-2,740472852	10,02123606	5,321048699	143,048644	576,1268514	157,9430751	15974,04298	-14062,92994	-6333,598216
5498	4,675818435	-4,675818435	15,88099301	7,342613055	232,2414699	703,1708335	242,5877227	-10703,13911	15245,27785	10157,35772
5499	6,265703204	-6,265703204	23,44327417	9,006007298	190,7861723	907,4737397	199,6073092	-4974,635716	24516,34875	5157,649625
5500	8,276934984	-8,276934984	28,42089124	11,19588664	241,3478136	597,3140479	262,7855212	6067,396964	37219,16301	7581,385442
5501	9,812235603	-9,812235603	25,96720892	12,88196543	184,2360742	294,4418777	202,3294545	6853,408726	36344,66043	7254,728001
5502	9,87332139	-9,87332139	22,40143232	13,00614821	7,33029449	427,8931923	14,90193387	21228,69357	-16014,15776	22491,30248
5503	9,782281974	-9,782281974	21,09261594	12,98295386	10,9247299	157,0579659	2,783322065	-431,3322486	32500,22717	1454,233417
5504	9,859282722	-9,859282722	20,82857806	13,12375038	9,240089753	31,68454519	16,89558264	-202,156817	15044,81048	1693,471269
5505	9,805150522	-9,805150522	20,72780661	13,09910878	6,495863967	12,09257445	2,956992461	329,3070944	2351,036489	1672,630821
5506	9,810774466	-9,810774466	20,7286346	13,16407296	0,674873212	0,099358977	7,795701185	698,5188905	1439,185857	-580,6450469
5507	9,78439904	-9,78439904	20,664095	13,240721	3,165051132	7,744751688	9,19776536	-298,8213504	-917,4471254	168,2477011
5508	9,729627037	-9,729627037	20,60264079	13,32883616	6,572640372	7,374504661	10,57381872	408,9107088	-44,42964321	-165,1264032
5509	9,69490424	-9,69490424	20,57416116	13,43699113	4,166735576	3,417556197	12,97859685	288,7085755	474,8338158	288,5733761
5510	9,687037465	-9,687037465	20,54541	13,56478296	0,944012965	3,450139654	15,33501961	386,7267133	-3,910014883	-282,7707307
5511	9,665444368	-9,665444368	20,53188641	13,69042378	2,591171646	1,622829801	15,07689864	-197,6590417	219,2771823	-30,97451617
5512	9,637913934	-9,637913934	20,52042969	13,79955583	3,303652171	1,374806428	13,09584598	85,49766301	29,76280479	237,726319
5513	9,628414504	-9,628414504	20,50352563	13,92158424	1,139931586	2,028487868	14,64340931	259,6464702	78,44177283	-185,7075997
5514	9,630600997	-9,630600997	20,47831473	14,06421289	0,262379131	3,02530785	17,11543732	105,3062947	119,6183978	296,6433611
5515	9,631457995	-9,631457995	20,49864626	14,19003539	0,102839813	2,439784053	15,09870021	19,14471816	70,26285561	242,0084534
5516	9,632416214	-9,632416214	20,49216563	14,27431346	0,114986294	0,777676199	10,11336909	-1,457577704	199,4529425	598,2397342
5517	9,635960454	-9,635960454	20,4798807	14,32566793	0,425308779	1,474191174	6,162535334	37,23869824	-83,58179701	474,1000511
5518	9,637257481	-9,637257481	20,50220652	14,43953808	0,155643302	2,679098253	13,66441836	32,35985724	144,5888495	900,2259625

Tab. 4 foglio di calcolo elaborato da Excel dove si analizza uno dei ventiquattro suoni di cui il file è costituito

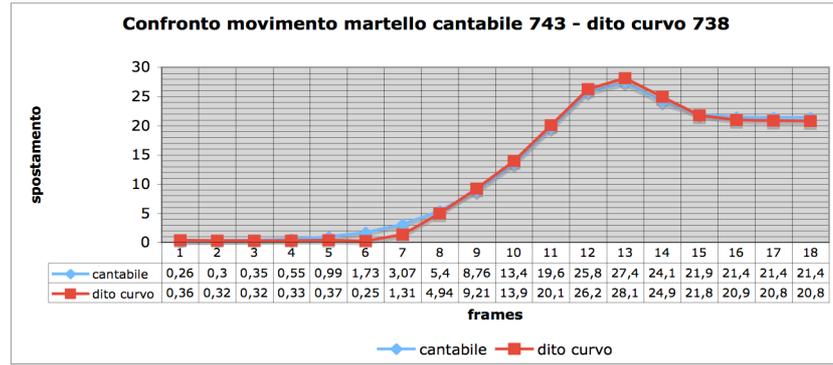
La ricerca di questi picchi di velocità del martello (che ovviamente devono essere 24 per ogni file, tanti quanti sono i suoni registrati) è indispensabile per individuare in files differenti (prodotti con tocco diverso) suoni con la stessa intensità. A questo punto, individuati una serie di suoni gemelli, si è proceduto al confronto creando delle coppie di suoni che avessero la stessa intensità ma appartenessero a famiglie di tocco diverse. Per esemplificare i risultati ottenuti si presentano i grafici relativi al confronto di due coppie di suoni: cantabile (suono di pressione) - dito curvo (suono di attacco col dito curvo) nel *forte* (**Grafici n.ri 1-5**) e cantabile (suono di pressione) - dito steso curvo (suono di attacco col dito steso) nel *piano* (**Grafici 6-10**). I grafici sono stati organizzati in due gruppi da cinque in cui prima si presenta il confronto del “movimento” del martello dei due suoni, poi per ciascuno dei due suoni “velocità” e “accelerazione” del martello. Ogni grafico è corredato da titolo e il numero posto dopo l’indicazione del tocco indica la velocità d’impatto del martello contro le corde, quindi la sua intensità.

Sono evidenti le differenze fra i **Grafici 1 e 6** dove nel primo il martello messo in moto dal dito curvo raggiunge il suo apice (quindi l’ipotetico contatto con le corde) in sette centovesimi di secondo, mentre nel secondo il martello impiega diciotto centovesimi di secondo per percorrere la stessa strada: quasi il 60% in più. Tenuto conto che la velocità è il risultato dello spazio fratto il tempo ($v = s/t$) è evidente che nel primo grafico il dito curvo sollecita maggiormente il martello, il quale muovendosi più rapidamente produce un suono più forte del secondo.

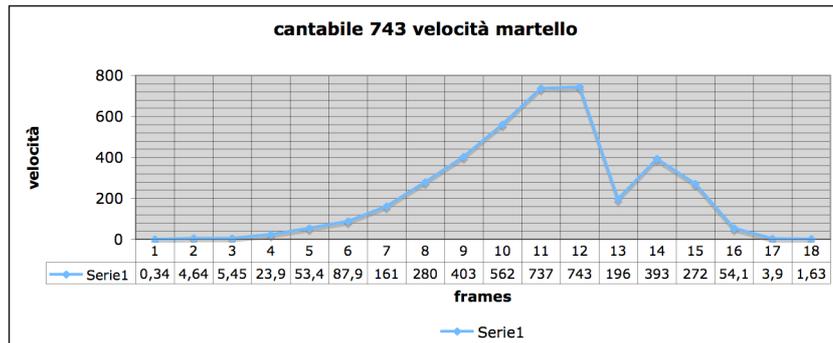
Un’altra considerazione, ancora più importante della precedente, deriva dall’osservazione del diverso comportamento del martello fra le coppie di suoni dei **Grafici 1 e 6**. Ogni coppia di suoni presenta una velocità d’impatto uguale, quindi stessa intensità, ma il numero dei frames, cioè il tempo impiegato dal martello per percorrere la stessa strada verso le corde, è decisamente superiore nel caso del cantabile: nel **Grafico 1** (*forte*) il cantabile supera il dito curvo di cinque frames e nel **Grafico 6** (*piano*) di sette frames. In entrambi i casi oltre il 50% in più. Quindi quando il pianista produce un suono *cantabile* (“Suono di pressione” da vicino) per ottenere la stessa velocità d’impatto rispetto a quando suona articolato, (“suono di attacco”) fa compiere al martello la stessa strada in un tempo doppio. Ancora più interessante è la lettura dei **Grafici 2-5 e 7-10** dove sono rappresentate la velocità e l’accelerazione del martello nell’esecuzione di un suono di pressione prodotto da vicino o di attacco realizzato da lontano. Si può osservare come la velocità del martello nel caso del cantabile procede in maniera progressiva, a

differenza del suono di attacco prodotto da lontano dove sono evidenti alcuni sbalzi nel movimento del tasto dovuti all'impatto improvviso del martello contro le corde. Nei grafici dell'accelerazione si può notare come il cantabile produca una linea quasi retta che indica il limite verso il quale tende il moto naturalmente accelerato. Il movimento del martello nel caso del cantabile è, quindi, più graduale e progressivo rispetto a quello del dito articolato e ciò avviene nel piano e nel forte.

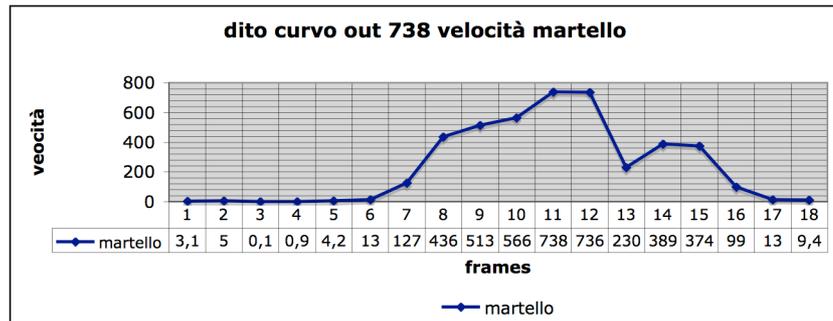
Graf. 1



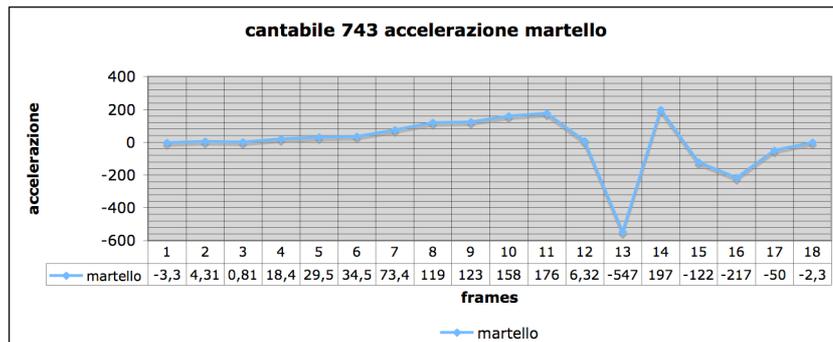
Graf. 2



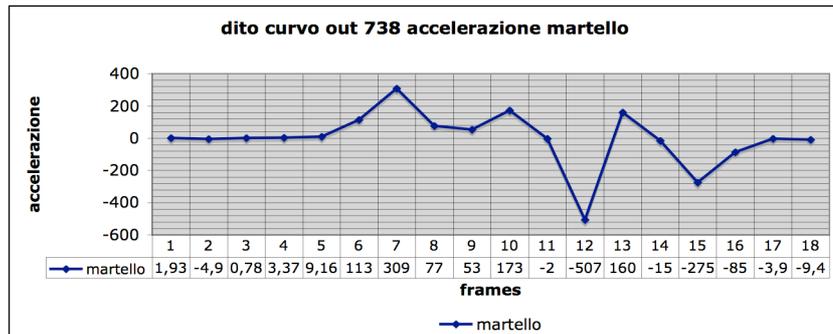
Graf. 3



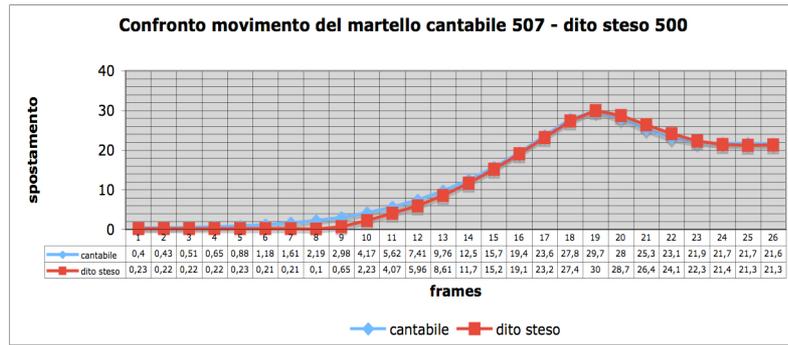
Graf. 4



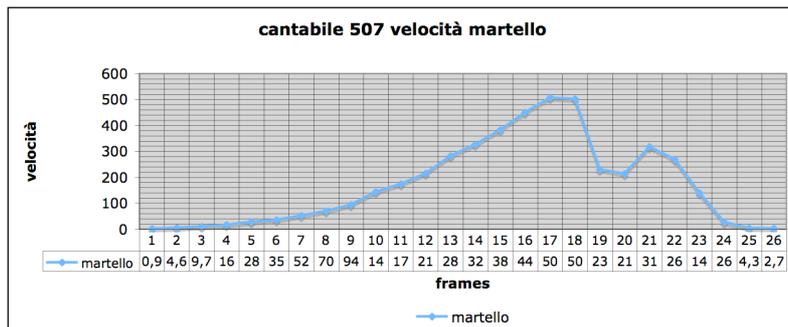
Graf. 5



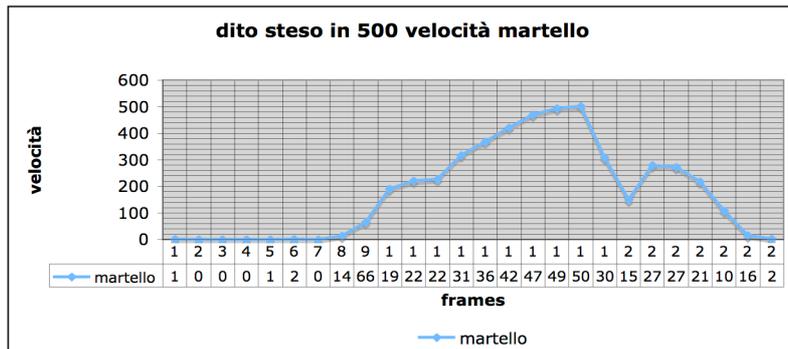
Graf. 6



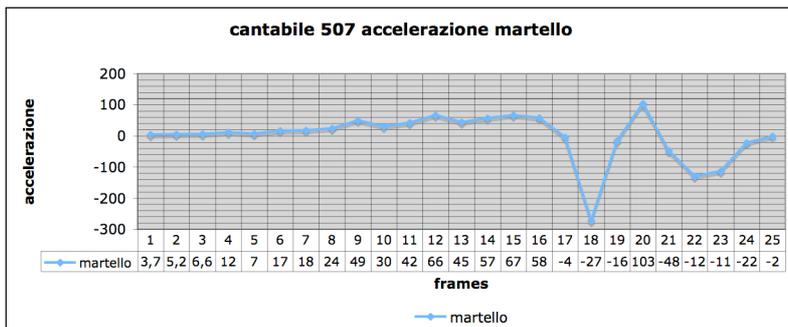
Graf. 7



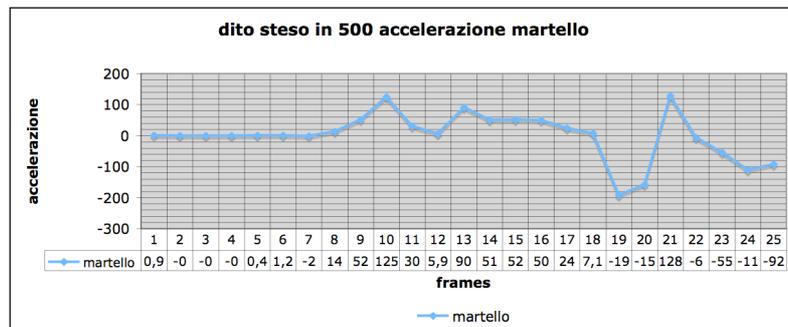
Graf. 8



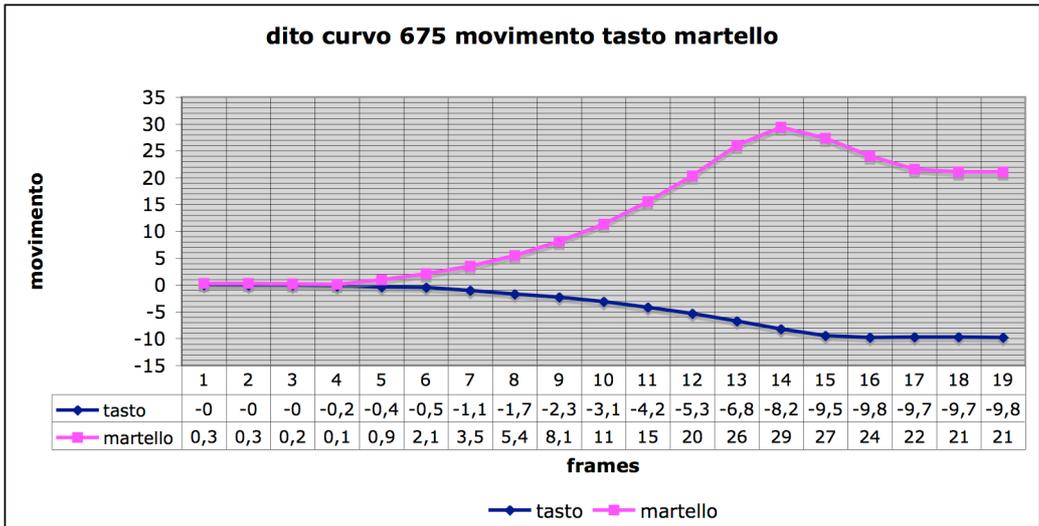
Graf. 9



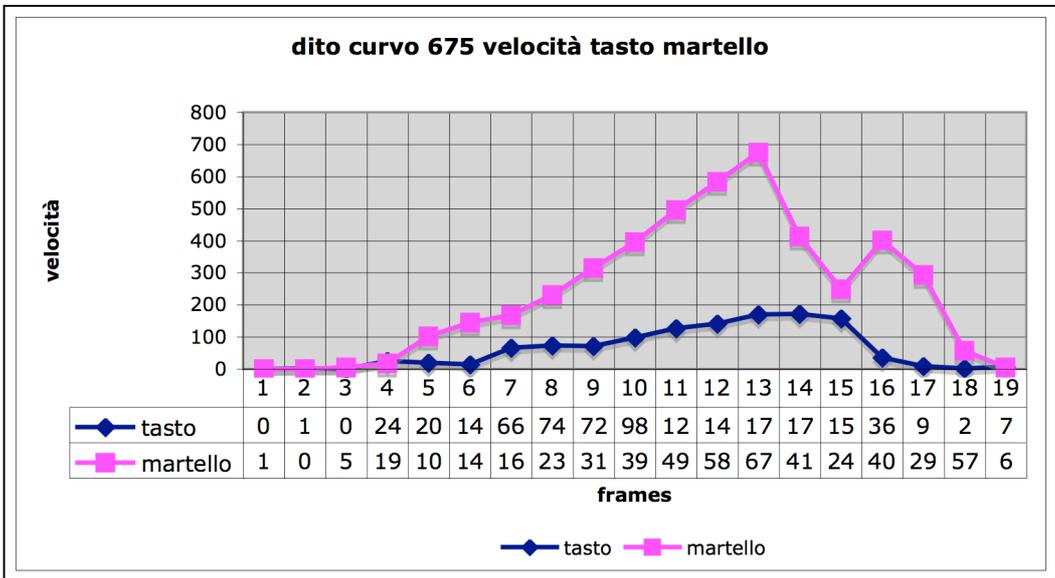
Graf. 10



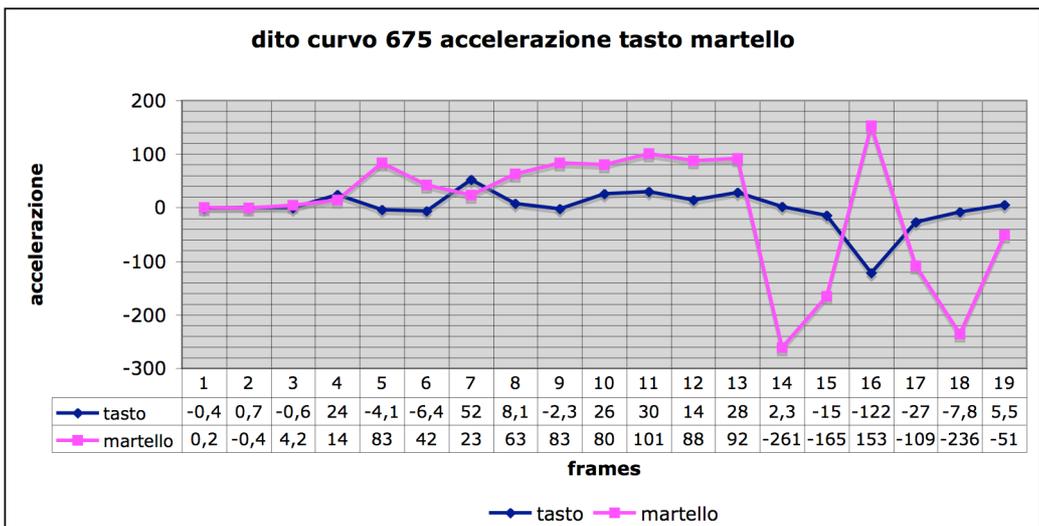
Posseduti anche i dati relativi al movimento del tasto e, tenuto conto che quest'ultimo è indipendente dalla meccanica e ancor di più dal martello, si è pensato di confrontare il movimento di entrambi. Dalla comparazione tra il movimento del tasto sollecitato da un colpo del dito da lontano o da un cantabile prodotto da vicino si sono riscontrate alcune differenze. Come già aveva intuito Ortmann, con le sue misurazioni cinematografiche con fotogrammi al quinto di secondo, si può notare un comportamento anomalo del tasto se colpito da lontano: dopo un iniziale movimento si ha l'impressione che il tasto arresti, per un attimo, la sua corsa per poi riprenderla subito dopo. Per visualizzare questo diverso comportamento del tasto si è pensato di presentare una serie di grafici esemplificativi. Sono riportati dodici grafici organizzati in due gruppi, ciascuno dei quali presenta "movimento", "velocità" e "accelerazione" del tasto e del martello per coppie di suoni. I **grafici n.ri 11-13** si riferiscono al suono "dito curvo 675", i **n.ri 14-16** al suono "cantabile 678", i **n.ri 17-19** al suono "dito curvo 722" e, infine, i **n.ri 20-22** al suono "cantabile 743". I grafici relativi alla "velocità" e "accelerazione" mostrano un differente comportamento del tasto a seconda se il suono sia prodotto da un dito curvo o da un cantabile. Nel caso del dito curvo il tasto dopo un iniziale aumento di velocità si ferma all'improvviso per almeno un frame, mentre nel cantabile procede senza interruzioni.



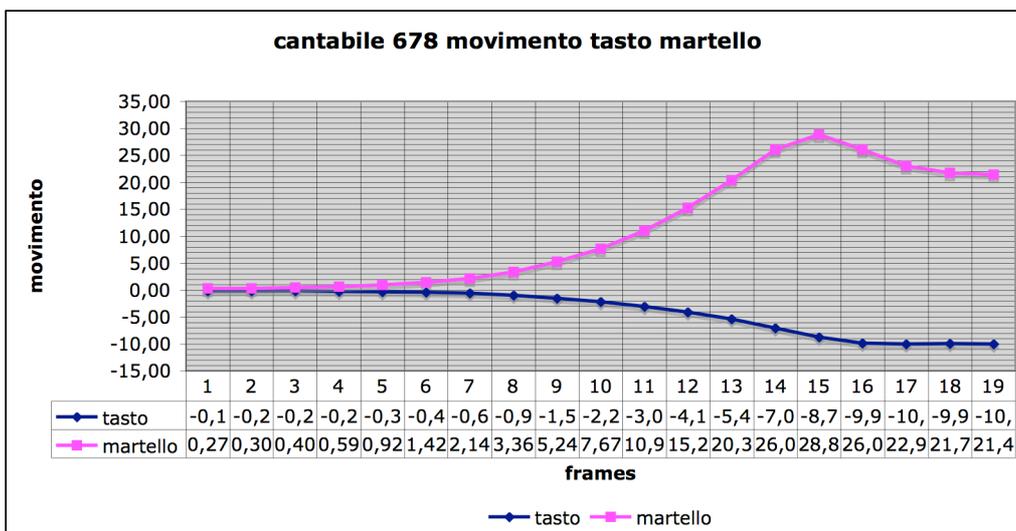
Graf. 11



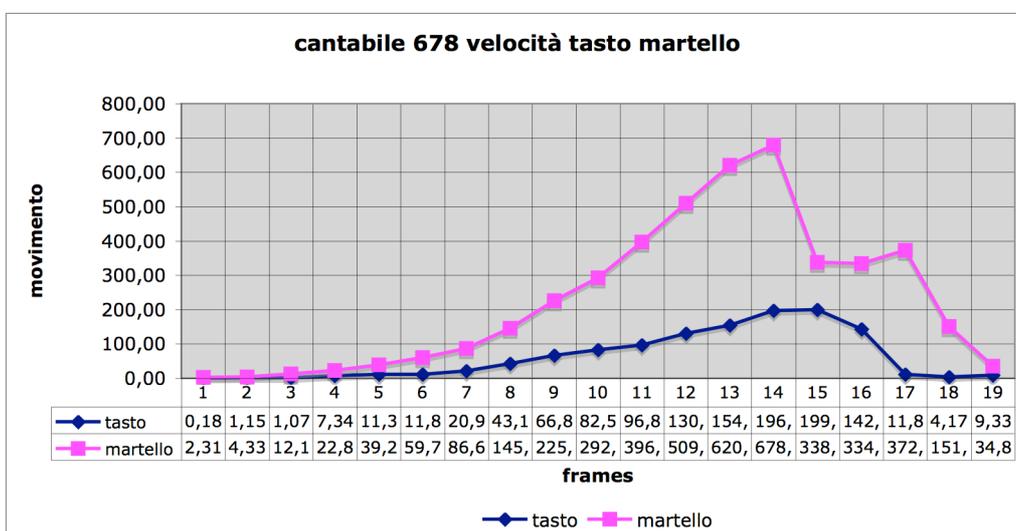
Graf. 12



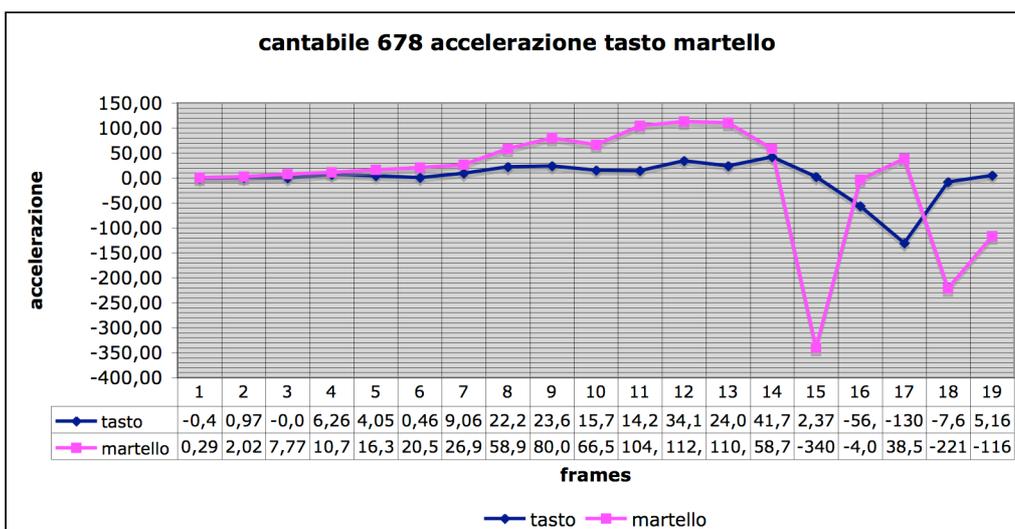
Graf. 13



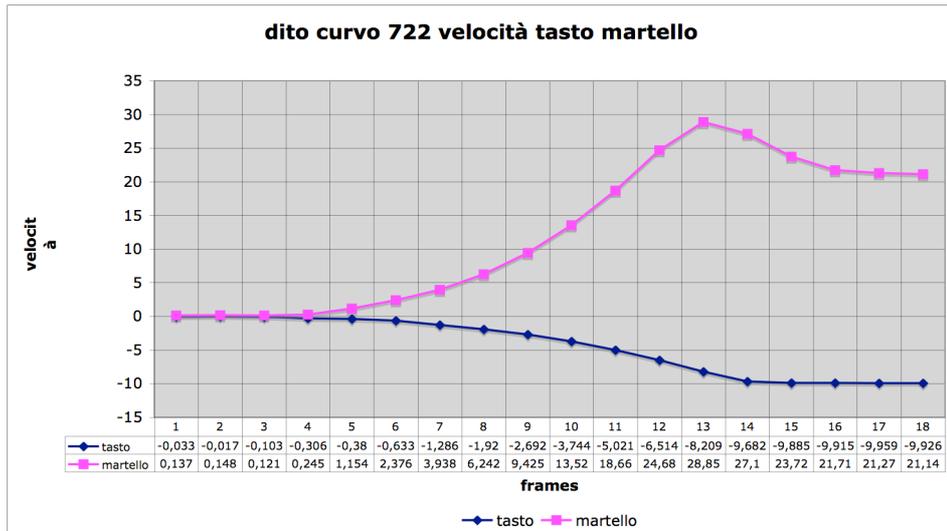
Graf. 14



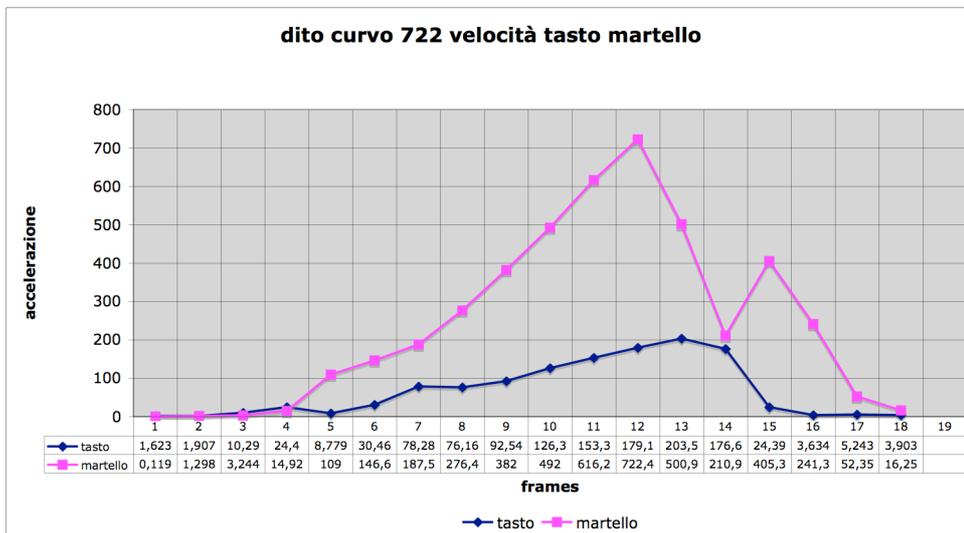
Graf. 15



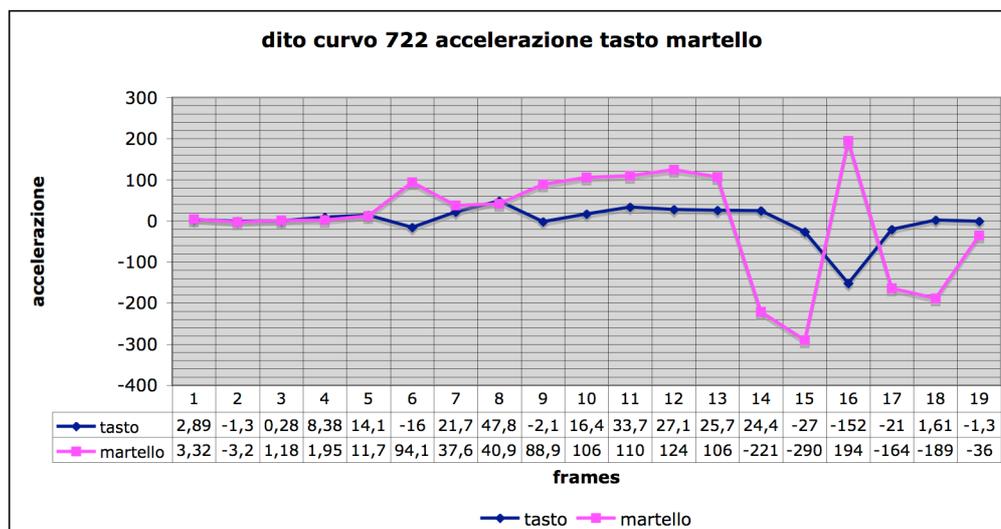
Graf. 16



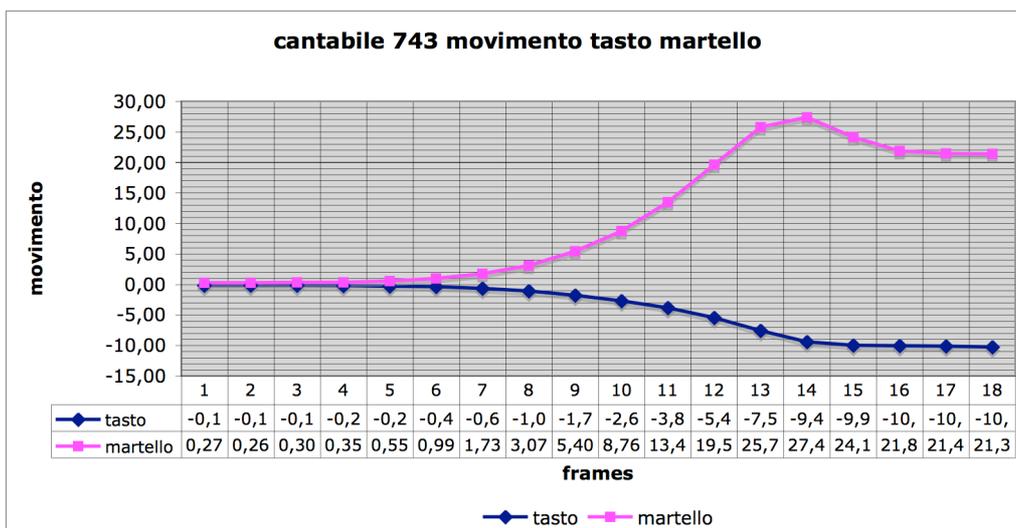
Graf. 17



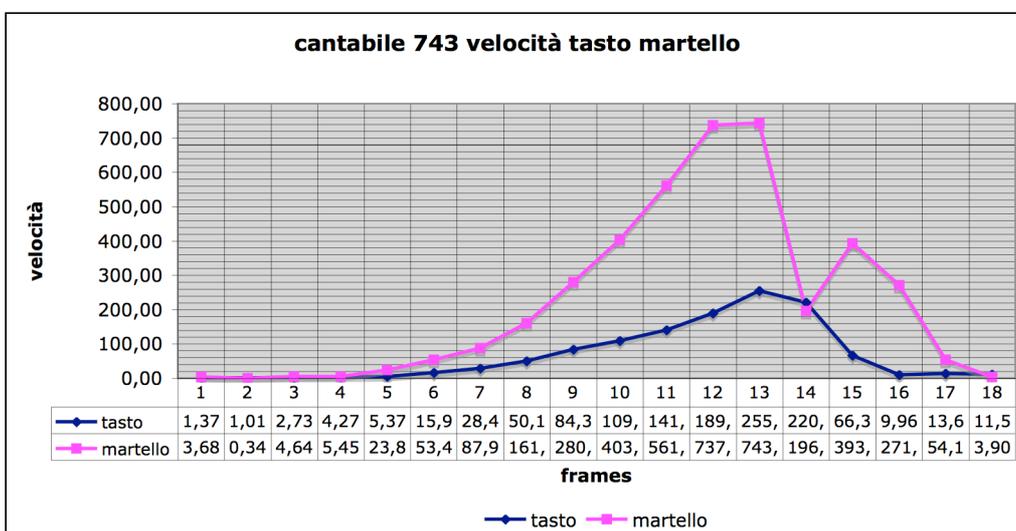
Graf. 18



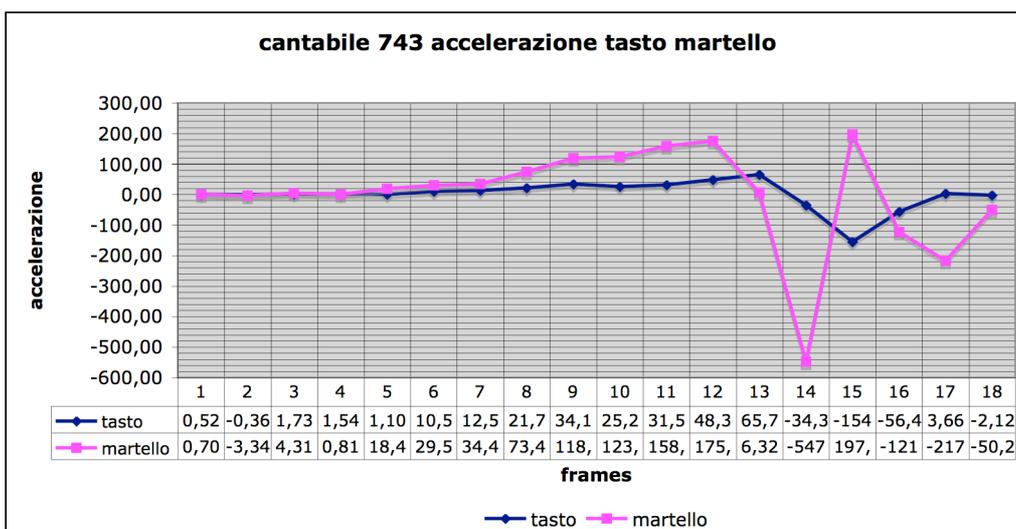
Graf. 19



Graf. 20



Graf. 21



Graf. 22

Attraverso i risultati evidenziati nei grafici, le ipotesi esposte all'inizio di questo elaborato iniziano a trovare verifica: l'esecutore influisce direttamente sul comportamento della meccanica e può determinare suoni di medesima intensità attraverso tocchi differenti. Il sistema Smart ha, infatti, messo in rapporto la modificazione del movimento del dito con quello del tasto e del martello dimostrando come sia possibile ottenere suoni di medesima intensità con tocchi diversi e ha mostrato il particolare comportamento del tasto che sollecitato dal dito ora da vicino, ora da lontano reagisce, sempre, in maniera ripetibilmente differenziata. Esiste, dunque, una relazione precisa tra il tocco del pianista e la reazione della meccanica, anche se dall'analisi dei risultati emergono dei dubbi che alcune volte minacciano l'attendibilità degli stessi.

Dalla lettura dei grafici risulta infatti un'incertezza riguardante il punto di contatto del martello con la corda: dato per assunto che tale contatto dovrebbe avvenire sempre allo stesso punto, dal confronto tra i diversi grafici illustranti il movimento del martello si è, invece, notato che la posizione nello spazio del punto più alto (il punto di contatto) varia con una certa frequenza. Tale incertezza è da imputare al sistema Smart che rileva lo spostamento del marker al 120° di secondo: calcolando che lo spazio percorso dal martello per raggiungere la corda è di circa 46 mm e tenuto conto che un'esecuzione di un suono di attacco con dito curvo in dinamica *forte* si visualizza attraverso cinque sei frames, si può facilmente calcolare che il martello raggiunge la velocità media di 1080 mm al secondo pari a 38,88 Km/h e una velocità di punta di 1356 mm al secondo, pari a 48,81 Km/h. Con una velocità di questo tipo, in uno spazio così ristretto, il martello sviluppa un'accelerazione da zero a 100 km orari in 20 decimi di secondo. Il sistema SMART si è, dunque, rivelato insufficiente ad analizzare con adeguata precisione il movimento del martello.

Un altro dubbio concerne la traiettoria di movimento del tasto percosso da lontano: come risulta dai **grafici n.ri 11-13 / 17-19**, esso raggiunge lo sfondo procedendo a sbalzi, ma poiché la fermata è di un solo frame, ci si chiede se essa sia reale, e in caso affermativo per quanto tempo si prolunghi realmente e da cosa dipenda. Di fronte a queste perplessità ci siamo trovati di fronte ad un bivio: da una parte c'era la possibilità di formulare delle ipotesi, dall'altra quella di trovare un mezzo tecnologico più raffinato che avrebbe potuto consentire di dare delle risposte certe.

4.3 Rilievi con la speedcam

Verificata l'inadeguatezza del sistema Smart a rilevare variazioni così piccole e rapide come quelle dell'atto pianistico, si è deciso di sospendere provvisoriamente la ricerca per reperire un mezzo tecnologico più idoneo a rilevare il moto del martello del pianoforte. Grazie al fattivo intervento del Prof. Virgilio Ferruccio Ferrario, Preside della Facoltà di Medicina e Chirurgia dell'Università degli Studi di Milano, si è potuto effettuare una seduta di rilevamenti del movimento della meccanica con una speedcam digitale a 1000 frames al secondo. Siamo dunque passati da un sistema (Smart) che registra l'immagine ogni 120° di secondo ad uno (Cinespeedcam) che lo ritrae ogni millesimo di 1000°. Un attrezzatura del genere consentiva di verificare e quantificare la relazione tra gesto pianistico e la meccanica per poi metterli in relazione con il suono prodotto e indagare così la politimbrica del pianoforte.

4.3.1 Materiali e metodo

La Cinespeedcam Weinberger Visart (Fig. 4.14) ottica cinematografica da 8-1000 fotogrammi al secondo è provvista di un sensore video Cosmos, in temperatura ha una sensibilità di 200 asa, arriva ad una risoluzione di 1440 x 1280 pixel, monta un obiettivo da 10 millimetri e registra su memorie solide.



Fig. 4.14. Cinespeedcam Weinberger Visart



Fig. 4.15. Set di registrazione

Il sistema di elaborazione scarica i dati dalla RAM in files.wraw che poi vengono convertiti in sequenze di files.tif e, infine, tramite il programma Adobe Premiere Pro trasformati in video clip. Il faro utilizzato, Ari HMT a scarica, genera una luce da 5600 gradi Kelvin e di 6

Kilowatt - indispensabile per imprimere un fotogramma ogni millesimo di secondo. Il prodotto finale viene elaborato su hard disk. La macchina di registrazione video è stata noleggiata dalla Cineret di Milano e messa in uso da due tecnici della ditta Pole Star di Milano e precisamente da Paolo Poletti e Giuseppe Laganella.

Una volta avviata, la speedcam registra a 1000 Hz in sequenza circolare con periodo di un secondo. Dunque, trattiene ciò che avviene dopo il secondo e cancella ciò che avviene prima. L'operatore può decidere quale secondo di registrazione trattenere tramite l'ausilio di un pulsante. La camera può essere programmata per trattenere un secondo di registrazione che ha inizio ad un time immediatamente precedente al clic del pulsante e, grazie al fatto che l'occhio è più veloce dell'orecchio, quando l'operatore vede il dito o il braccio andar verso la tastiera attiva il pulsante. In questo modo, sa di registrare per un secondo a partire da un tempo appena precedente a quello che ha visto. Effettuata la registrazione, la macchina mostra una *preview* in tempi abbastanza rapidi da cui si può valutare se tenere la sequenza come buona oppure ritagliare le parti non interessanti, o ripetere il tutto. Scelta la sequenza, inizia la trasformazione in files.tif che avviene in circa 5 minuti.

Queste necessità tecniche hanno condizionato il protocollo con cui sono stati effettuati i rilievi. Il pianista, scelto il tipo di tocco, effettuava una sequenza di quattro suoni, con l'accordo che il tecnico video ne avrebbe registrato solo il terzo. Si è deciso il terzo suono per dare la possibilità al pianista di stabilizzare acusticamente la sua scelta. La registrazione audio è risultata, però, viziata da un persistente rumore di fondo, provocato dalla lampada e per questa ragione i rilievi acustici sono stati ripetuti alcune settimane più tardi rispettando le stesse condizioni della seduta precedente (luogo, strumento, posizione dei microfoni, grado di umidità).

I rilievi con la Speedcam sono stati effettuati sempre da Paolo Pollice e ripetuti in due condizioni di ripresa diverse:

1. la telecamera appoggiata all'ingresso della cassa del pianoforte con un'angolatura di circa 45° rispetto alla meccanica che, grazie alla riflessione di uno specchio, riesce ad inquadrare tutto lo scenario dell'azione, mano, dito, tasto, meccanica, martello e corde (**Fig. 4.16**).

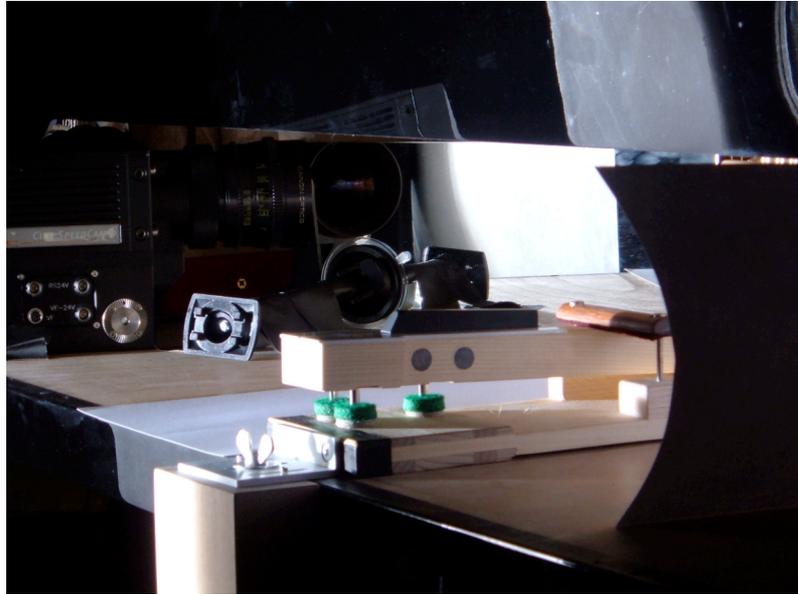


Fig. 4.16 Set n. 1

2. la telecamera dentro la cassa del pianoforte in posizione perpendicolare alla meccanica con un campo di ripresa circoscritto alla meccanica vera e propria e al martello che percuote le corde (**Fig. 4.17**).

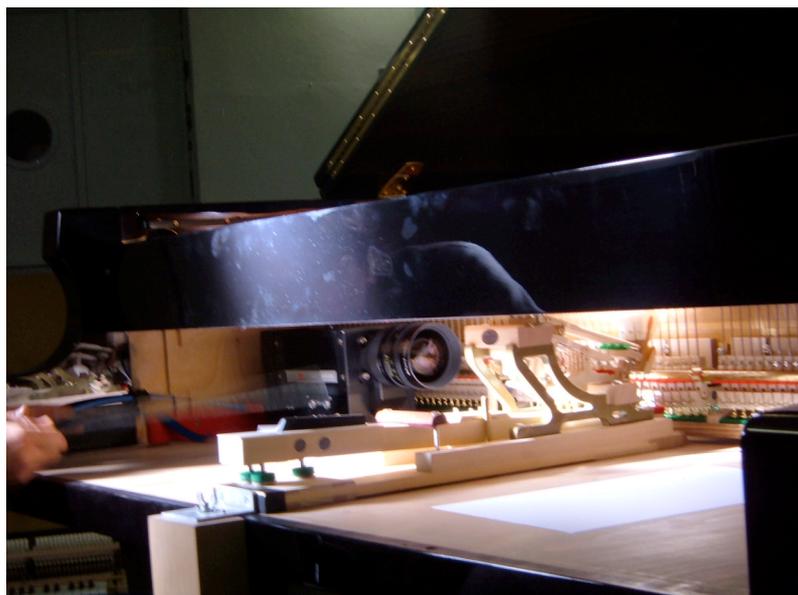


Fig. 4.17. Set n.2

Con il primo Set si è posta l'attenzione al rapporto fra movimento del dito, del tasto e della meccanica con quello del martello; con il secondo si sono messi in evidenza alcuni particolari sfuggiti alla prima inquadratura, come la flessibilità dello stiletto e la fase o controfase della vibrazione delle tre corde.

La sequenza dei rilievi ha dunque seguito la seguente **Tabella 5**:

Visione da lontano	Cantabile	<i>p</i>	<i>mf</i>	<i>f</i>
	Dito curvo	<i>p</i>	<i>mf</i>	<i>f</i>
	Dito steso	<i>p</i>	<i>mf</i>	<i>f</i>
	Avambraccio in entrata	<i>p</i>	<i>mf</i>	<i>f</i>
	Avambraccio in uscita	<i>p</i>	<i>mf</i>	<i>f</i>
Visione da vicino	Cantabile	<i>p</i>	<i>mf</i>	<i>f</i>
	Dito curvo	<i>p</i>	<i>mf</i>	<i>f</i>
	Dito steso	<i>p</i>	<i>mf</i>	<i>f</i>
	Avambraccio in entrata	<i>p</i>	<i>mf</i>	<i>f</i>
	Avambraccio in uscita	<i>p</i>	<i>mf</i>	<i>f</i>

Tab. 5. Sequenza rispettata nei due rilievi

L'elaborazione dei dati è avvenuta tramite il programma *Adobe Premiere Pro* dal quale si possono ricavare dei clip.avi leggibili da vari programmi video tipo Quicktime o Windows Media Player.

4.3.2 Analisi dei dati

L'elaborazione dei dati ricavati tramite la speedcam ha confermato in maniera inequivocabile i risultati intravisti dal sistema optoelettrico SMART. La Speedcam è una camera cinematografica, che realizza videoclip. Le immagini registrate assumono validità scientifica solo nella misura in cui vengono misurate e trasformate in valori numerici.

La realizzazione dei videoclip ha confermato quel particolare comportamento della meccanica che sollecitata con un tocco da vicino (cantabile o avambraccio in uscita) si comporta in maniera molto diversa rispetto a quando è sollecitata da un tocco da lontano (dito curvo articolato o avambraccio in entrata).

La particolarità di questo comportamento è l'assoluta ripetibilità in tutti i gradi d'intensità.

La visione dei videoclip mette in evidenza una differenza di comportamento del tasto a seconda se esso venga percosso o sospinto. Nel primo caso, appena il dito entra in contatto con il tasto, quest'ultimo si mette in movimento per pochissimi millimetri per poi arrestarsi improvvisamente e solo dopo sette, otto millisecondi, riprende la sua corsa verso il fondo tasto. Nel secondo, invece, quando il dito accompagna il tasto nella sua corsa non assistiamo a nessuna interruzione nella discesa. È interessante notare che questo comportamento, già osservato con la SMART in seguito all'azione del solo dito, si mantiene ripetibile anche se interviene l'avambraccio con percussioni ben più potenti.

Il martello, essendo staccato dalla meccanica, appena riceve una sollecitazione, parte nella sua corsa verso le corde. Nel caso in cui il tasto viene percosso da lontano, il martello riceve un impulso, di circa 2 millesimi di secondo, che gli fornisce la forza e la velocità per raggiungere le corde e quindi produrre il suono. Al contrario quando il dito sospinge il tasto, il martello partecipa del suo movimento, ricevendo un input molto più prolungato, nell'ordine di 20 o più millesimi di secondo; ne consegue che è possibile controllare la discesa del tasto anche dopo l'avviamento del processo.

Per dare una conferma numerica a questa osservazione empirica è stato necessario trasformare le immagini.tif acquisite dalla speedcam in grafici di Excel. Per poter osservare e misurare lo spostamento del tasto, del martello e di altre parti della meccanica è stato necessario procedere ad alcune misurazioni preliminari: rilevata la distanza tra il martello e le corde, che è di 46 mm, si è osservata la corsa del tasto dalla posizione di riposo iniziale a quella statica di fine corsa, che è risultata di 20 mm. Con il programma Premiere Pro si sono selezionati esclusivamente i files.tif relativi all'intervallo di tempo che va dal momento in cui il dito entra in contatto con il tasto fino a quando il martello, dopo aver percosso le corde, si poggia sul paramartello. Alla serie di files.tif è stata sovrapposta una griglia, creata con Photoshop, per analizzare, millimetro per millimetro, il movimento del martello e del tasto, e ricavarne, di conseguenza, lo spostamento, la velocità e l'accelerazione, secondo le formule:

$$v = s / t$$

nella quale **v** è la velocità, **s** lo spazio e **t** il tempo;

$$a = dv / t$$

dove **a** sta per accelerazione e il simbolo **d**, che si legge «delta», significa «cambiamento»; **dv** si legge “delta vu” e sta per il cambiamento nella velocità del

corpo. Il cambiamento della velocità di un corpo in moto è uguale alla differenza tra il valore della sua velocità finale e quello della sua velocità iniziale. La t sta ad indicare il tempo impiegato perchè si realizzi tale cambiamento di velocità.

Per mostrare i risultati ottenuti si sono scelti, come esempio, due suoni con tocco da lontano e due suoni con tocco da vicino che rappresentassero le due famiglie di tocchi prodotti dal dito e dall'avambraccio:

- cantabile forte e avambraccio in uscita forte (da vicino) (Fig. 4.18 e 4.19);

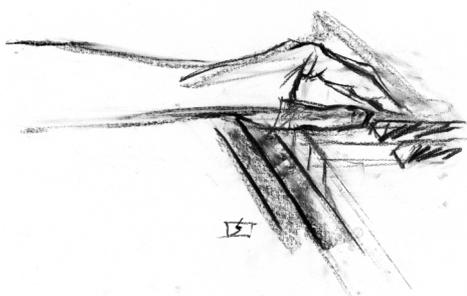


Fig. 4.18. Cantabile



Fig. 4.19. Avambraccio in uscita

- dito steso articolato forte e avambraccio in entrata forte (da lontano) (Fig. 4.20 e 4.21).



Fig. 4.20. Dito steso



Fig. 4.21. Avambraccio in entrata

Per illustrare i risultati ottenuti si presentano tabelle e grafici relativi alle due famiglie di tocco scelte. Nelle **Tabelle** n.ri 6-9, realizzate in seguito all'analisi dei videoclip, è indicato il tempo, espresso in millisecondi, necessario al tasto e al martello per compiere le loro azioni; nei **Grafici** n.ri 23-26, realizzati dall'elaborazione dei videoclip prima con *Photoshop* e poi con *Excel*, è indicato

lo spostamento, con una scala di 1,24 mm per punto, del tasto e del martello, da cui si può facilmente ricavare velocità e accelerazione.

CANTABILE FORTE

Fasi del martelletto	Tempo in ms	Fasi del tasto
	0	<i>Inizio movimento tasto</i>
<i>Inizio del movimento del martelletto</i>	2	
<i>Inizio del movimento del paramartelletto</i>	10	
<i>Percussione della corda</i>	43	
<i>Rilascio della corda</i>	46	
	48	<i>Fine della discesa del tasto</i>
<i>Martelletto posizionato sul paramartelletto</i>	58	

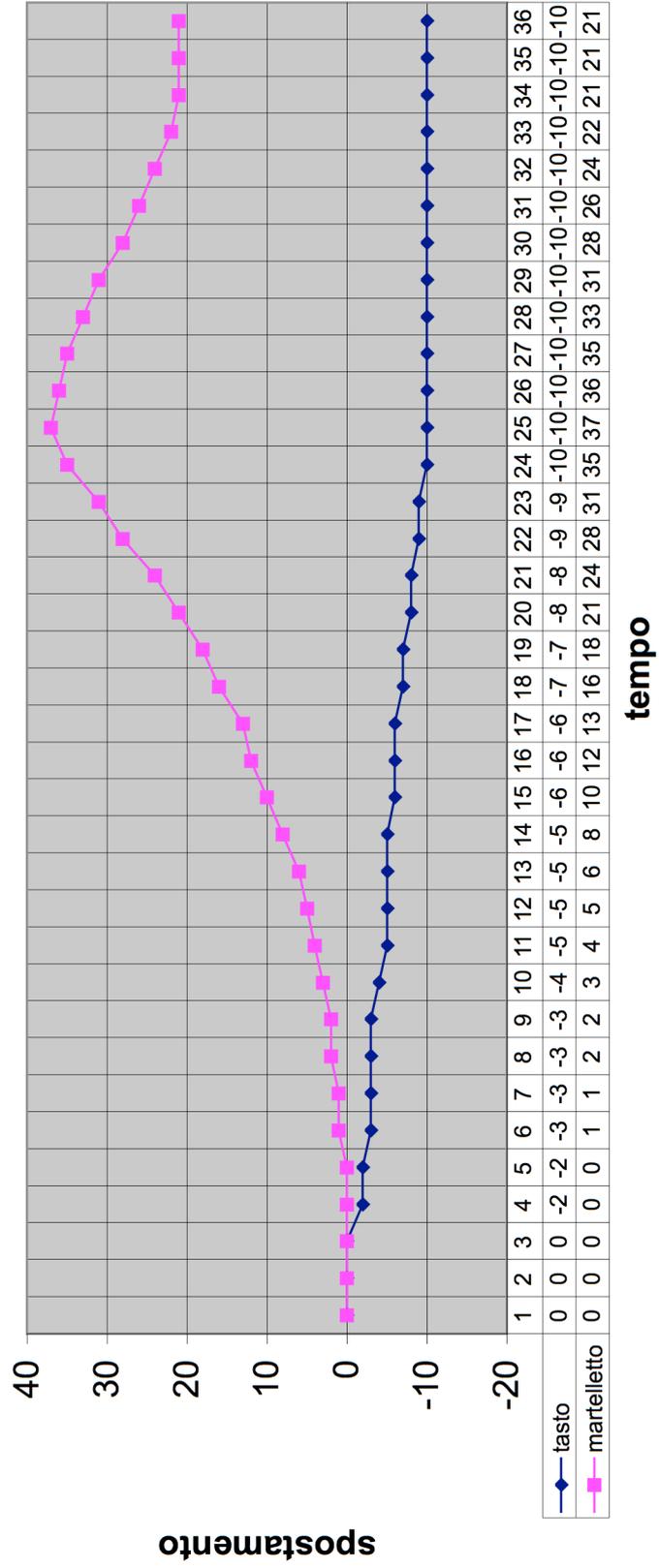
Tab. 6

AVAMBRACCIO IN USCITA FORTE

Fasi del martelletto	Tempo in ms	Fasi del tasto
	0	<i>Inizio movimento tasto</i>
<i>Inizio del movimento del martelletto</i>	1	
<i>Inizio del movimento del paramartelletto</i>	5	
<i>Percussione della corda</i>	21	<i>Fine della discesa del tasto</i>
<i>Rilascio della corda</i>	23	
<i>Martelletto posizionato sul paramartelletto</i>	31	

Tab. 7

AVAMBRACCIO IN USCITA FORTE



Graf. 24

DITO STESO FORTE ARTICOLATO

Fasi del martelletto	Tempo in ms	Fasi del tasto
	0	<i>Inizio movimento tasto</i>
<i>Inizio del movimento del martelletto</i>	4	
	5	<i>Fermata del tasto</i>
	13	<i>Ripresa della discesa del tasto</i>
<i>Inizio del movimento del paramartelletto</i>	14	
<i>Percussione della corda</i>	23	
	24	<i>Fine della discesa del tasto</i>
<i>Rilascio della corda</i>	25	
<i>Martelletto posizionato sul paramartelletto</i>	33	

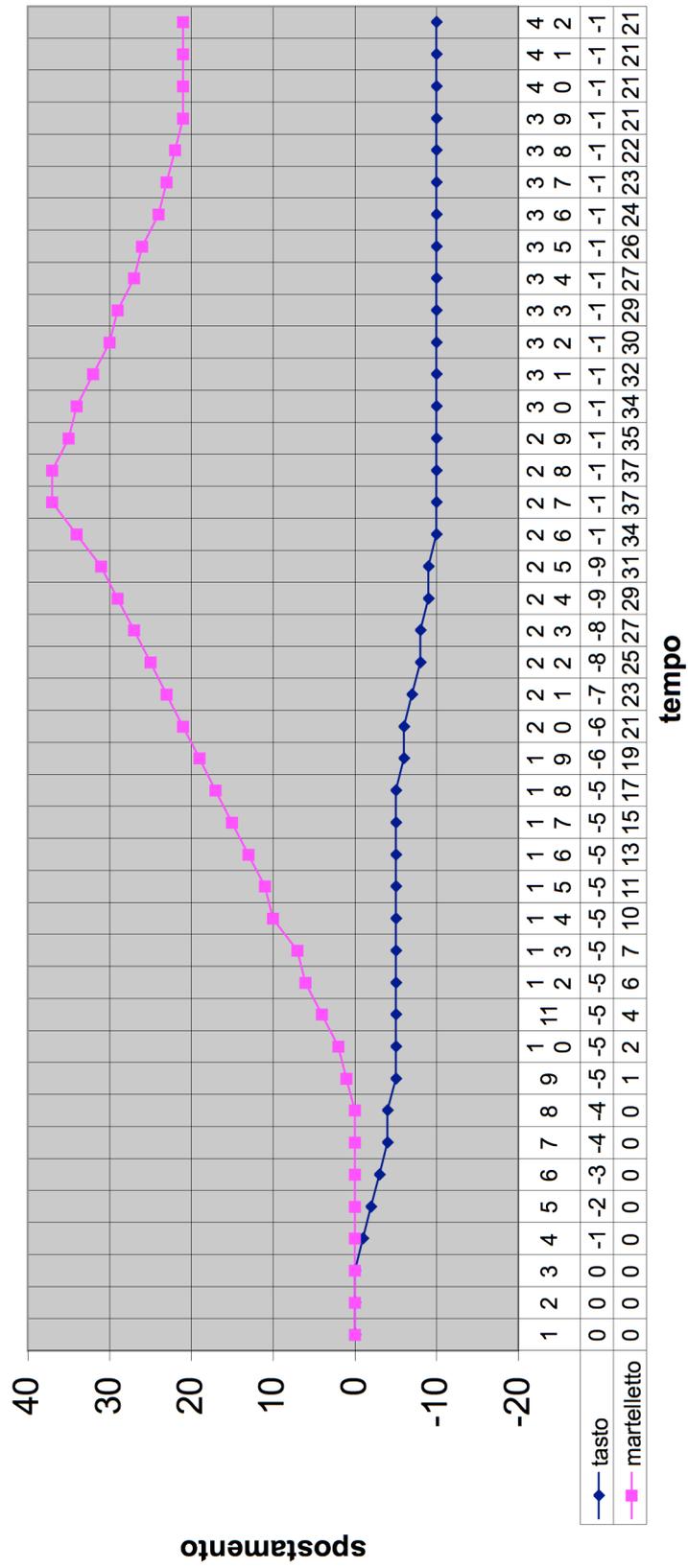
Tab. 8

AVAMBRACCIO IN ENTRATA FORTE

Fasi del martelletto	Tempo in ms	Fasi del tasto
	0	<i>Inizio movimento tasto</i>
<i>Inizio del movimento del paramartelletto</i>	1	
<i>Inizio del movimento del martelletto</i>	3	
	5	<i>Fermata del tasto</i>
	12	<i>Ripresa della discesa del tasto</i>
<i>Percussione della corda</i>	16	<i>Fine della discesa del tasto</i>
<i>Rilascio della corda</i>	18	
<i>Martelletto posizionato sul paramartelletto</i>	27	

Tab. 9

DITO STESO FORTE ARTICOLATO



Graf. 25

I rilievi effettuati con la Speedcam a 1000 frames rappresentano una “prima assoluta” nel panorama della studio della meccanica del pianoforte. La possibilità di osservare il comportamento del complesso rapporto dito-tasto-martello con tale frammentazione da una parte conferma le ipotesi già avanzate da Ortmann, ma accertate dagli studi con il sistema SMART, dall'altra propone nuove ipotesi sul rapporto tra il tocco e la reazione della meccanica. Mai prima d'ora era stato possibile verificare il comportamento del martello in relazione al tasto. In parole semplici l'idea che l'esecutore intervenendo sul tasto con maggiore o minore energia potesse modificare esclusivamente la velocità del martello è ormai completamente sfatata. La visione dei clips realizzati con la Speedcam mostra in maniera inequivocabile che il martello reagisce in maniera differenziata ai diversi stimoli del dito sul tasto. Se il tasto viene percosso da lontano all'interno della meccanica si scatena una reazione a catena che fa rimbalzare il martello verso le corde con una velocità costante. Al contrario se il dito accompagna il movimento del tasto verso il suo sfondo il martello modifica la sua velocità durante tutta la traiettoria.

La differente capacità di graduare la pressione del dito sul tasto determina una reazione egualmente diversa del movimento del martello verso le corde. A livello percettivo rileviamo senza difficoltà evidenti differenze di qualità sonora, specialmente quando suonano cantabile. La domanda che ci si pone è se questo comportamento del martello, determinato dall'esecutore, così chiaramente evidenziato in queste riprese, sia la causa di un cambiamento di timbro del singolo suono. A questo punto dello studio era dunque necessario ricercare un'ulteriore conferma nell'analisi spettrale dei suoni prodotti. Le domande a cui si vuole rispondere sono:

1. un suono prodotto con un tocco da vicino è timbricamente diverso da un suono prodotto con un tocco da lontano?
2. ponendo a confronto diversi pianisti, il suono realizzato da un interprete è timbricamente diverso dal suono prodotto da un altro?

Per rispondere a questi quesiti, due pianisti hanno registrato la sequenza sonora prevista dal protocollo in una seduta successiva alla registrazione con la Speedcam, poichè a causa del rumore di fondo provocato dalla lampada i rilievi acustici risultavano in quel frangente disturbati. Le registrazioni audio corrispondono perfettamente a quelle effettuate durante i rilievi con la Speedcam, poichè rispettano le medesime condizioni (luogo, strumento, posizione dei microfoni, grado di umidità).

4.4 Rilievi acustici: materiali e metodo

La registrazione audio è stata affidata all'ing. Alberto Amendola, docente a contratto della Facoltà di Ingegneria Acustica dell'Università degli studi di Parma, che ha utilizzato due microfoni collocati a distanze differenti dal pianoforte per poter registrare il suono e l'eventuale riverbero dell'ambiente. Vicino allo strumento è stato sistemato un Behringer Measurement Condenser Microphone Ecm8000 di cui si riporta la scheda tecnica (Fig. 4.22):

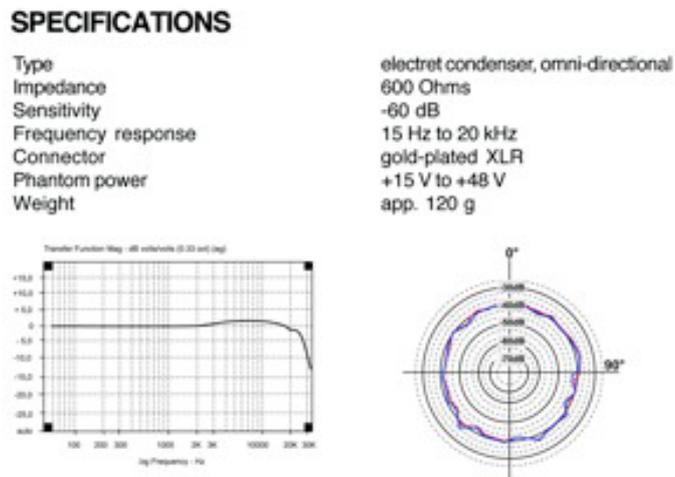


Fig. 4.22 Caratteristiche del microfono Behringer

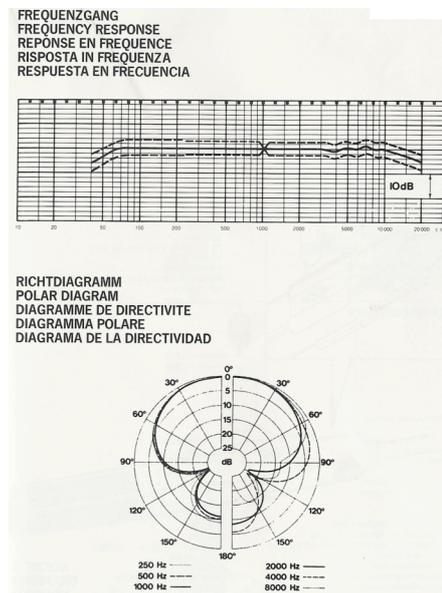


Fig. 4.23 Caratteristiche del microfono Sennheiser

A circa due metri dalla fonte sonora è stato posizionato uno Sennheiser MD 441 che presenta le seguenti caratteristiche (Fig. 4.23).

I due microfoni erano gestiti dalla scheda audio Ediroland FA 101 con le seguenti caratteristiche:

- Performance Audio 10x10 a 24-bit/96kHz;
- Performance Audio 6x6 a 24-bit/192kHz -
- Alimentazione tramite bus FireWire - Direct Monitorino - Supporto Driver a Bassa Latenza

Specifiche Numero di Canali Audio in Registrazione/Riproduzione:

Sino a 96kHz - Full Duplex: Registrazione: 10 Canali: Riproduzione: 10 Canali
192kHz - Full Duplex: Registrazione: 6 Canali: Riproduzione: 6 Canali

Elaborazione del Segnale: Interfacciamento PC: 24-bit: Conversione AD/DA: 24-bit (Lineare) **Frequenza di Campionamento:** Uscita Digitale: 44.1/48/88.2/96 kHz; Ingresso Digitale: 44.1/48/88.2/96 kHz; Conversione AD/DA: 44.1/48.88.2/96/192 kHz **Livello Nominale di Ingresso:** Ingressi 1-2 (XLR): da -50 a -10 dBu Ingressi 1-2 (1/4" TRS): da -35 a +4 dBu Ingressi 3-6: +4 dBu (Bilanciati) Ingressi 7-8: da -10dBu a +4dBu (Bilanciati) **Livello Nominale di Uscita:** Uscite 1-8: +4 dBu (Bilanciate)

Prima di iniziare i rilievi, si è misurato il riverbero e il rumore di fondo della stanza facendovi esplodere dei palloncini. È risultato un riverbero da 1,39 a 0,44 ca.¹⁴⁸ al secondo nel registro grave e di 0,97 ca al secondo a 1000 Hz. La risonanza dell'ambiente è a 328 Hz mentre la nota in esame è a 353 Hz.

Per i rilievi acustici sono stati coinvolti due pianisti: Paolo Pollice e uno dei suoi più validi allievi, Antonio Matarazzo. Il protocollo consisteva nel ripetere la nota Fa3 per quattro volte ad una data intensità, poi altre quattro ad un grado di dinamica superiore e così via fino a raggiungere il *fortissimo*, per un totale di cinque gruppi da quattro; a questo punto i pianisti dovevano effettuare un crescendo con cinque note dal *pianissimo* al *fortissimo*, per un totale di venticinque ripetizioni per file.

I files realizzati con *Adobe Audition 5.1* rilevati a 32 bit sono stati poi trasformati in 24 bit e successivamente importati dal programma *SpectraLab*, che oltre a produrre una visione tridimensionale dello spettro dell'onda, trasforma il suono in file.txt numerico leggibile da *Excel*. Dallo spettro completo sono state estrapolate le frequenze relative al suono fondamentale e alla sue armoniche, che sono poi state esaminate con *Excel*.

4.4.1 Analisi dei dati

Dall'enorme mole dei dati ottenuti si sono selezionati, per entrambi i pianisti, undici files di cui quattro prodotti con il tocco di dito da lontano "nella tastiera", e sette con tocco di dito da vicino, *cantabile*. Si è proceduto a costruire per ciascuno di questi file un grafico per ogni suono quindi ogni file ha prodotto venticinque grafici, ciascuno dei quali è corredato da una tabella dati che presenta un valore numerico relativo all'intensità della fondamentale e delle armoniche per

¹⁴⁸ Unità di misura dell'assorbimento acustico dedicata ai loro scopritori A. Wallace C. Sabine.

ogni suono. In ciascuno dei grafici è possibile rintracciare il picco d'intensità, che come è noto non coincide con la percussione del martello sulla corda e si sviluppa con un ritardo variabile che determina un diverso impasto sonoro tra la fondamentale e le armoniche. L'aspetto che si è preso in esame è proprio e in particolare il rapporto tra la fondamentale e la seconda armonica per ogni suono dei venticinque di cui è costituito il file. Dopo aver realizzato e analizzato i 25 grafici, ho creato una tabella dove è possibile leggere in maniera sintetica il rapporto tra la fondamentale e la seconda armonica. Lo stesso si è realizzato per tutti i files e alla fine si sono messe a confronto tutte le tabelle in riferimento al rapporto tra la fondamentale e la seconda armonica.

Dalla lettura dei grafici si evince, a prescindere dal pianista che esegue le ripetizioni, esiste un comportamento ripetibilmente differenziato a seconda se il dito colpisce il tasto da vicino o da lontano. Si è potuto osservare che per esempio su 100 suoni rilevati eseguiti con un tocco da lontano "nella tastiera" nel 6,13% si verifica abbiamo una sincronia tra il picco della fondamentale e quello della seconda armonica, contro un 93,87% dei casi dove la seconda armonica raggiunge il suo picco in ritardo rispetto alla fondamentale. Se andiamo a leggere il dato relativo ai suoni prodotti da vicino *cantabile* si osserva che su 175 suoni rilevati, il 95,42 % presenta una sincronia tra la fondamentale e la seconda armonica, contro il 4,58 % dove la seconda armonica raggiunge il suo picco in ritardo rispetto alla fondamentale. L'assoluta ripetibilità di questo fenomeno rappresenta un indiscutibile conferma di quello che si era già visto attraverso i rilievi video: a prescindere se si suoni *pianissimo* o *fortissimo*, il suono prodotto subisce una tipizzazione se l'esecutore colpisce la tastiera da lontano oppure da vicino. Il comportamento del martello che, come abbiamo esaminato con la Speedcam, si differenzia in maniera ripetibile a seconda che il tocco avvenga da vicino o da lontano, determina una reazione acustica ugualmente diversificata.

Un altro aspetto interessante della lettura dei dati si riferisce al rapporto di intensità che esiste tra la fondamentale e la seconda armonica. Come è noto il suono prodotto da uno strumento musicale è la somma delle intensità della fondamentale e delle sue armoniche. In maniera ordinaria l'intensità della fondamentale è superiore rispetto a quello della seconda armonica, quello della seconda rispetto alla terza e così via fino all'ultima. La differenza d'intensità tra la fondamentale e una delle armoniche determina un cambiamento della qualità sonora. Si è notato che la media della distanza tra la fondamentale e la seconda armonica nel caso delle 100 ripetizioni del tocco da lontano con dito curvo nella tastiera è di 18,18 db, mentre nel caso delle 175 ripetizioni del *cantabile* la media

è di 21,37 db, quasi il 15 % in più. Anche questo dato conferma come il comportamento del suono varia al modificarsi del tocco.

Per visualizzare tali risultati e dare ulteriore conferma all'ipotesi su cui si basa il presente lavoro, ossia se due suoni di uguale intensità ma prodotti con tocco diverso presentano differenze timbriche, si prospettano quattro grafici relativi a due suoni prodotti da lontano e due realizzati da vicino che hanno tutti in comune come picco d'intensità della fondamentale la misura di -34 db, e quindi sono quattro suoni *forti*. Questa misura non ha valore assoluto ma si ricava come valore relativo indicato dai livelli di registrazione della scheda audio. Nelle ascisse è indicato il tempo (1,74 centesimi di secondo a punto); nelle ordinate è indicata l'intensità del suono fondamentale e delle prime cinque armoniche espresse in -dB. I grafici, corredati da tabelle per agevolarne la lettura, sono relativi ai seguenti suoni:

- “Dito curvo in” *forte*¹⁴⁹ -34 dB 1 (da lontano) (Graf. n. 27)
- “Dito curvo in” *forte* -34 dB 2 (Graf. n. 28)
- “Cantabile steso” *forte*¹⁵⁰ -34 dB 1 (da vicino) (Graf. n. 29)
- “Cantabile steso” *forte* -34 dB 2 (Graf. n. 30)

Si osservi il differente comportamento della seconda armonica, la quinta giusta rispetto al suono fondamentale: nei suoni cantabili raggiunge il suo picco in contemporanea al picco del suono fondamentale mantenendosi in fase, mentre nei suoni articolati raggiunge il suo picco di solito circa 3 centesimi di secondo in ritardo creando una controfase. I suoni prodotti con un tocco che spinge il tasto verso il basso, e quindi il martello verso le corde, presentano quel caratteristico suono più ricco, tipico del cantabile, a differenza di quei suoni creati da un impatto del dito sul tasto e quindi da una reazione del martello che rimbalza verso le corde che producono quel caratteristico suono brillante.

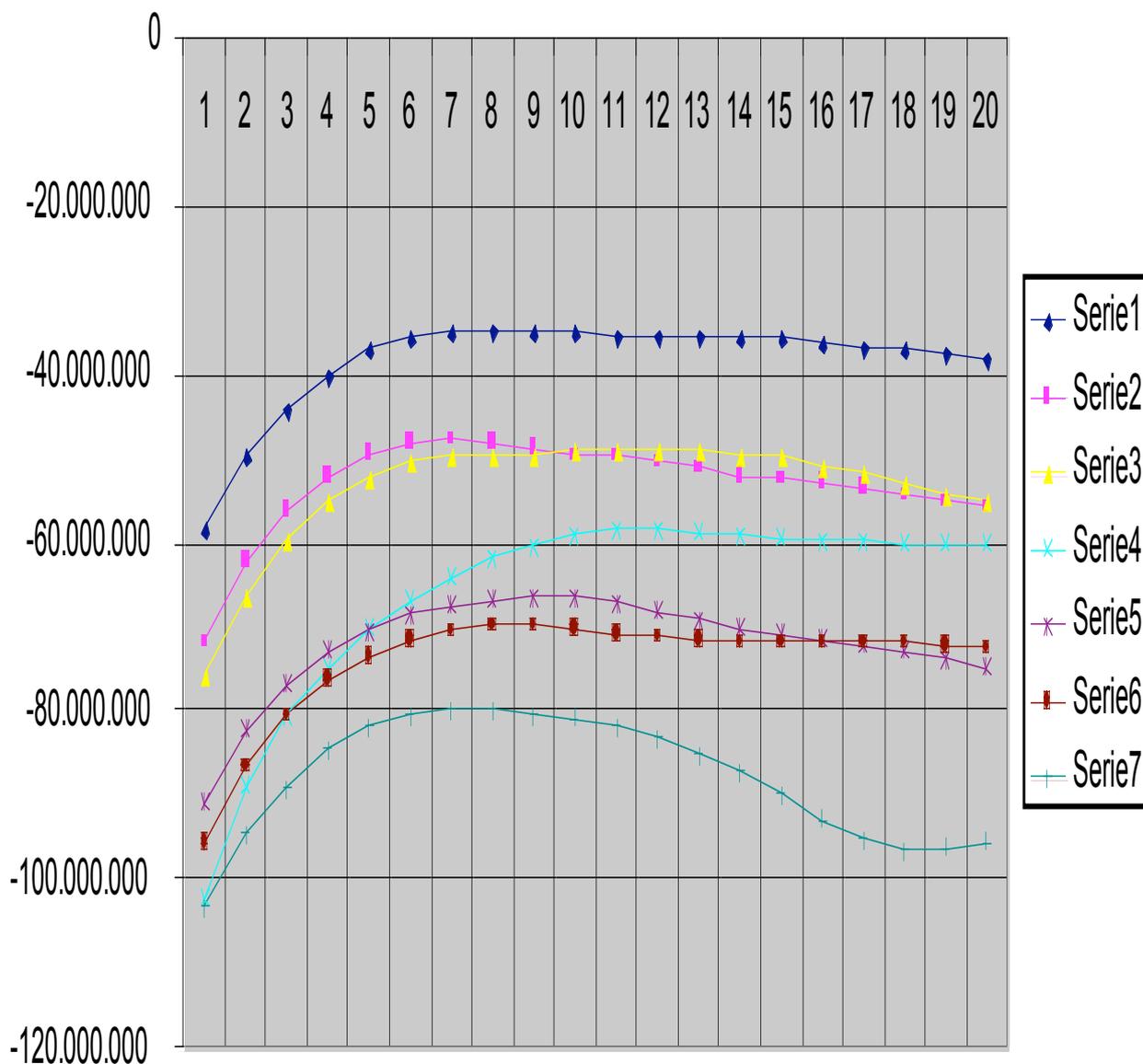
La lettura di questi grafici non può prescindere dalla lettura della tabella annessa dove i valori espressi in negativo indicano la variazione di intensità di ogni singola armonica. Per esempio nel Graf. 27, “dito curvo in” *forte* -34dB, leggiamo sotto il punto n° 8 della serie fondamentale il valore - 34, 906 che essendo il numero più grande rappresenta il picco d'intensità. Se andiamo a cercare il numero più grande nella serie della 2a armonica dobbiamo arrivare al punto 12 (esattamente 5,22 centesimi di secondo in ritardo) per trovare il valore - 49,1358 che è il picco d'intensità. Se andiamo a leggere il Graf. 29, “cantabile dito steso” *forte* -34 dB, sempre al punto n° 8, troviamo -34,955 che, essendo il

¹⁴⁹ Il dito curvo raggiunge lo sfondo del tasto partendo da lontano rispetto al tasto.

¹⁵⁰ Il dito steso abbassa il tasto rimanendo in contatto con esso, cioè da vicino.

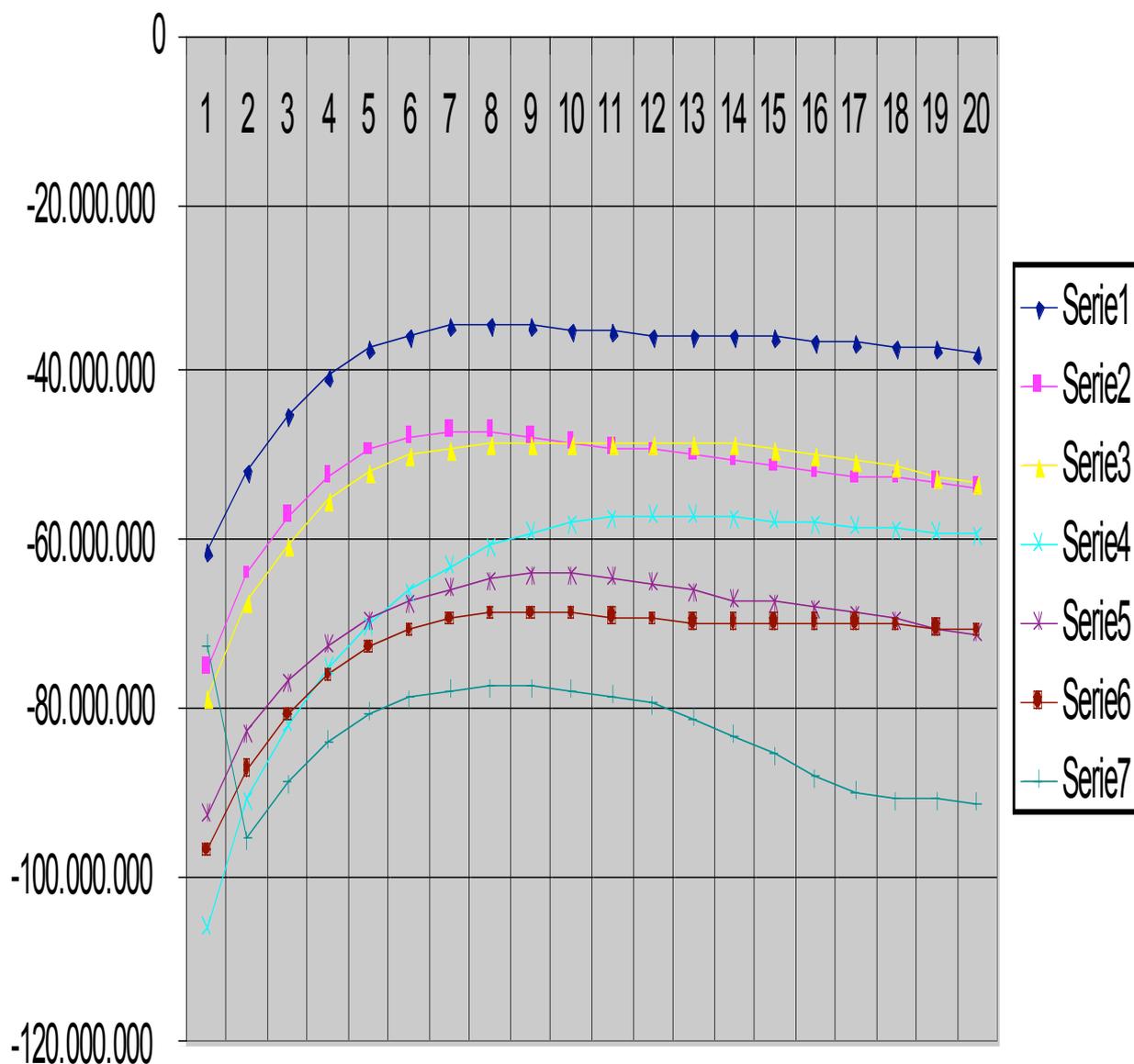
numero più grande, rappresenta il picco d'intensità. Sempre al punto n° 8, ma questa volta nella serie 2a armonica leggiamo -49,1412 anch'esso il numero più grande, quindi il picco d'intensità coincide perfettamente. Come abbiamo rilevato in precedenza anche in questi quattro grafici, la differenza d'intensità tra il picco della fondamentale e quello della seconda armonica è diverso se il suono prodotto è un *cantabile* oppure un dito curvo. Se nei due file con dito curvo abbiamo una differenza di circa 14 db, nei due prodotti dal *cantabile* la differenza è di circa 16 db, anche qui il 15 % in più.

dito cur in 1 VL ant -34 16.027



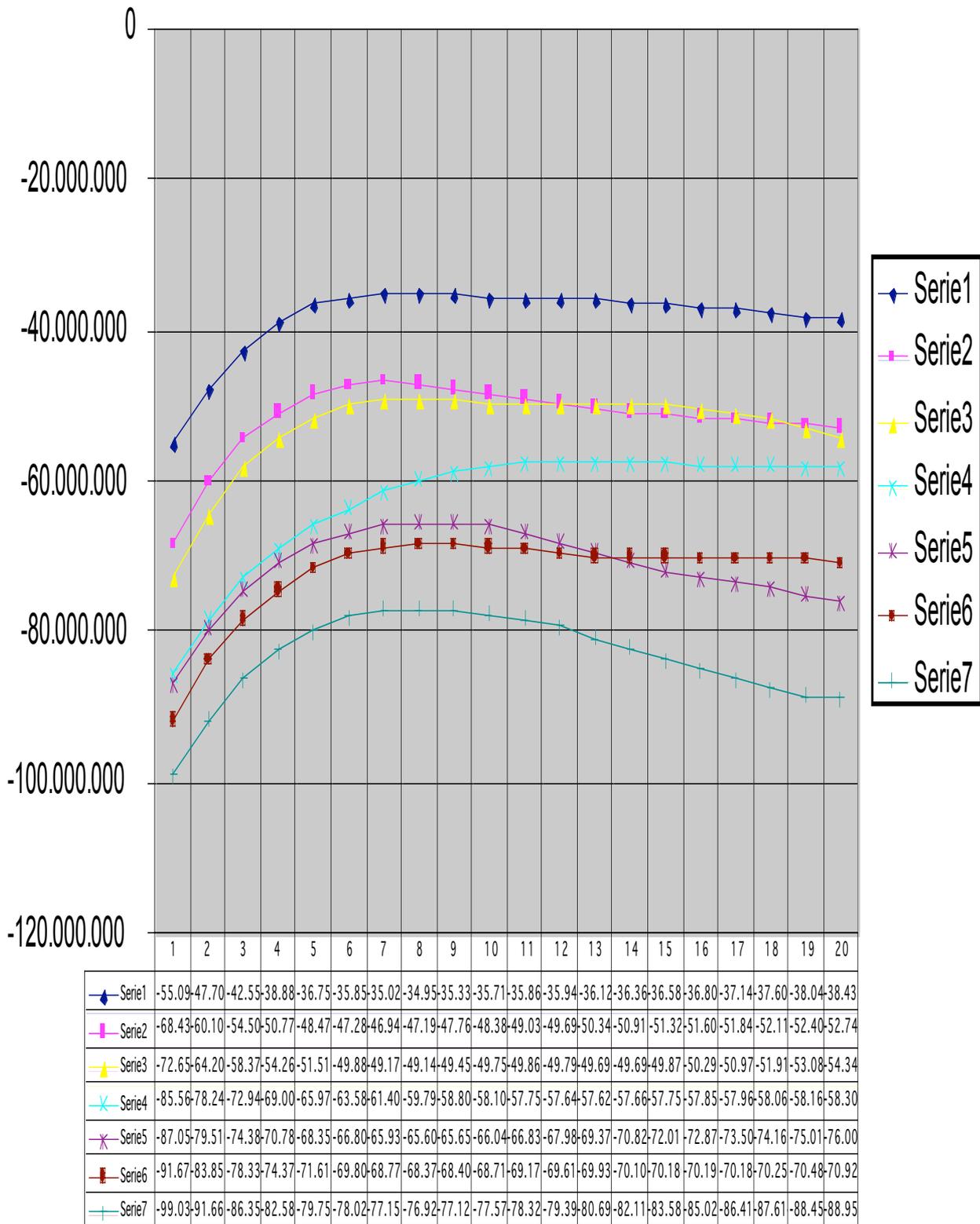
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Serie1	-58.38	-49.77	-44.23	-39.99	-37.20	-35.63	-34.95	-34.90	-35.10	-35.26	-35.39	-35.48	-35.56	-35.69	-35.91	-36.26	-36.69	-37.14	-37.56	-37.93
Serie2	-71.92	-62.26	-56.05	-51.98	-49.45	-48.09	-47.69	-48.06	-48.95	-49.64	-49.89	-50.40	-51.19	-52.06	-52.50	-52.93	-53.58	-54.33	-55.04	-55.69
Serie3	-75.90	-66.24	-59.82	-55.31	-52.30	-50.51	-49.73	-49.59	-49.32	-49.20	-49.16	-49.13	-49.18	-49.44	-49.96	-50.76	-51.78	-52.93	-54.07	-55.08
Serie4	-102.1	-88.87	-80.66	-74.77	-70.30	-66.80	-64.07	-61.95	-60.35	-59.24	-58.64	-58.53	-58.75	-59.10	-59.48	-59.77	-59.93	-60.02	-60.11	-60.27
Serie5	-91.07	-82.37	-76.81	-72.99	-70.39	-68.63	-67.45	-66.73	-66.41	-66.53	-67.12	-68.05	-69.18	-70.22	-71.00	-71.57	-72.16	-72.93	-73.85	-74.79
Serie6	-95.43	-86.43	-80.40	-76.22	-73.37	-71.51	-70.43	-69.98	-69.98	-70.28	-70.76	-71.24	-71.61	-71.82	-71.91	-71.91	-71.88	-71.93	-72.18	-72.69
Serie7	-103.4	-94.69	-89.10	-84.71	-81.97	-80.50	-79.95	-80.04	-80.44	-81.01	-81.94	-83.31	-85.09	-87.31	-90.02	-93.06	-95.32	-96.60	-96.29	-95.73

dito cur in 1 VIII L ant -34 26.520

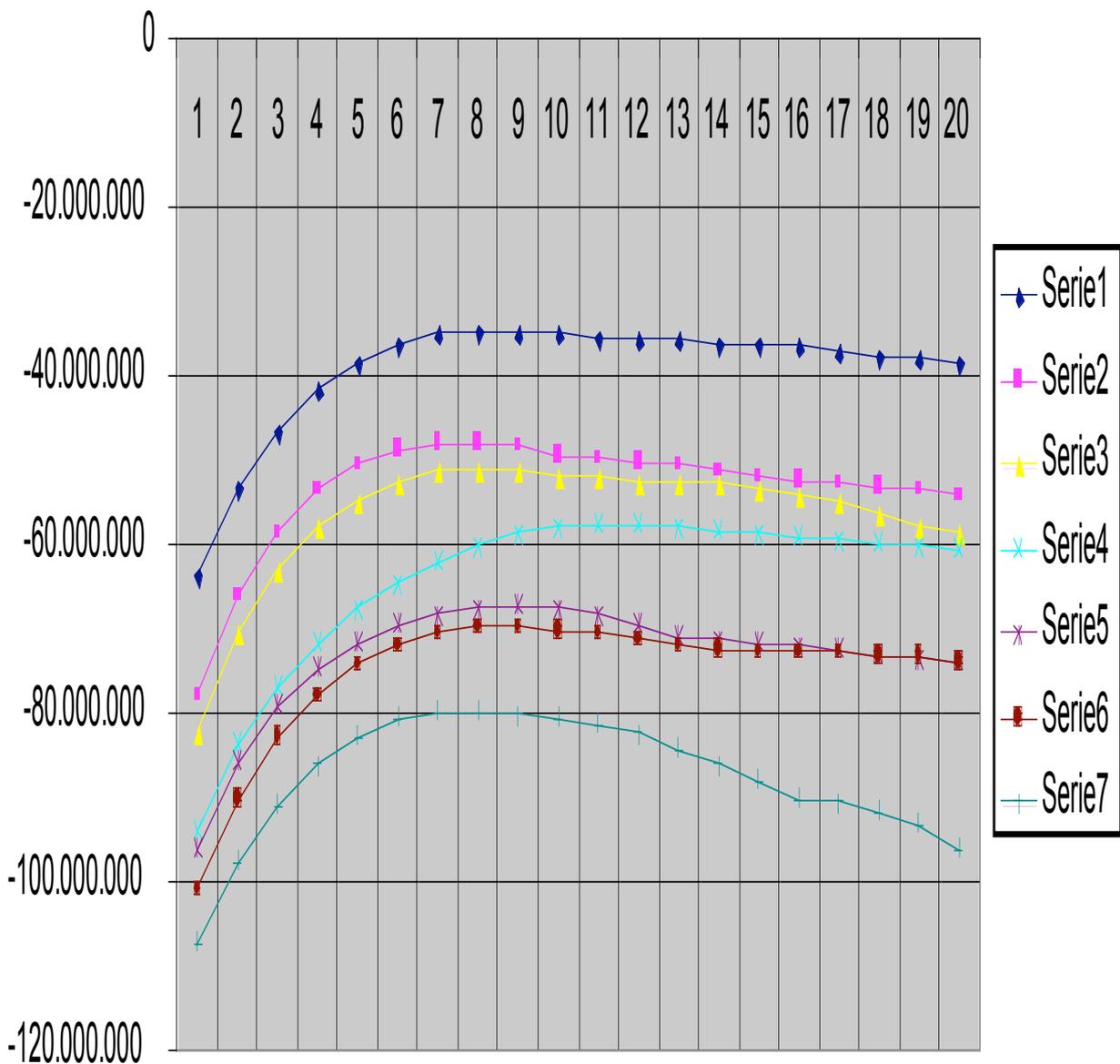


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Serie1	-61.47	-51.64	-45.19	-40.65	-37.38	-35.47	-34.56	-34.41	-34.68	-35.00	-35.29	-35.48	-35.58	-35.67	-35.84	-36.14	-36.56	-37.02	-37.46	-37.85
Serie2	-75.44	-64.17	-57.10	-52.46	-49.51	-47.80	-47.06	-47.09	-47.64	-48.49	-48.93	-49.31	-50.00	-50.83	-51.58	-52.19	-52.62	-52.87	-53.20	-53.67
Serie3	-78.83	-67.68	-60.52	-55.50	-52.12	-50.03	-49.00	-48.81	-48.83	-48.71	-48.67	-48.65	-48.67	-48.84	-49.19	-49.75	-50.49	-51.42	-52.44	-53.48
Serie4	-106.2	-91.24	-81.89	-75.16	-70.15	-66.29	-63.29	-60.99	-59.27	-58.06	-57.32	-57.04	-57.09	-57.33	-57.65	-58.02	-58.37	-58.69	-58.99	-59.33
Serie5	-92.87	-83.14	-76.84	-72.51	-69.51	-67.43	-65.94	-64.90	-64.27	-64.11	-64.51	-65.33	-66.31	-67.12	-67.71	-68.21	-68.85	-69.68	-70.58	-71.36
Serie6	-97.19	-87.52	-80.94	-76.31	-73.08	-70.92	-69.61	-68.96	-68.82	-69.00	-69.35	-69.71	-69.95	-70.04	-70.05	-70.04	-70.05	-70.15	-70.44	-70.95
Serie7	-72.68	-95.83	-89.06	-84.10	-80.77	-78.84	-77.92	-77.69	-77.80	-78.06	-78.63	-79.72	-81.32	-83.38	-85.84	-88.38	-90.24	-90.95	-91.15	-91.29

cant steso 1 IX L ant -34 35.882



cant steso 2 VIII L ant -34 29.157



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
◆ Serie1	-63.62	-53.28	-46.53	-41.84	-38.39	-36.31	-35.25	-34.93	-35.06	-35.30	-35.54	-35.75	-35.92	-36.11	-36.38	-36.76	-37.22	-37.66	-38.03	-38.36
■ Serie2	-78.06	-66.17	-58.74	-53.84	-50.68	-48.82	-48.00	-48.02	-48.67	-49.67	-50.09	-50.28	-50.75	-51.43	-52.11	-52.74	-53.01	-53.35	-53.80	-54.34
▲ Serie3	-82.32	-70.68	-63.35	-58.17	-54.67	-52.52	-51.50	-51.29	-51.40	-51.85	-52.40	-52.77	-52.90	-52.99	-53.28	-53.89	-54.85	-56.13	-57.61	-59.06
× Serie4	-93.99	-83.85	-76.94	-71.77	-67.78	-64.66	-62.23	-60.38	-59.05	-58.22	-57.86	-57.86	-58.08	-58.41	-58.83	-59.27	-59.70	-60.11	-60.46	-60.78
* Serie5	-96.36	-85.80	-79.22	-74.80	-71.79	-69.80	-68.53	-67.80	-67.50	-67.67	-68.43	-69.70	-70.92	-71.48	-71.88	-72.23	-72.67	-73.21	-73.73	-74.19
■ Serie6	-101.1	-90.19	-82.99	-77.97	-74.47	-72.12	-70.67	-69.96	-69.85	-70.20	-70.87	-71.65	-72.30	-72.71	-72.94	-73.06	-73.11	-73.19	-73.45	-73.90
+ Serie7	-107.3	-97.70	-91.10	-86.15	-82.84	-80.92	-80.03	-79.90	-80.21	-80.71	-81.49	-82.72	-84.38	-86.28	-88.26	-90.28	-90.90	-91.77	-93.48	-96.32

Conclusion

L'ipotesi su cui si fonda questo studio è in contrasto con le affermazioni dei maggiori trattatisti dell'Otto e Novecento: mentre essi sostengono che il pianista può intervenire e modificare il suono solo attraverso il parametro della velocità del martello (intensità) e dell'agogica (il rapporto temporale tra diversi suoni), qui si vuole, invece, dimostrare la politimbricità del pianoforte, dove ciò che l'esecutore va a modificare non è solo l'intensità o l'agogica, bensì il timbro del suono, ossia la differente relazione tra gli armonici che lo costituiscono. Per dimostrare tale assunto, dopo aver analizzato la letteratura storica e scientifica sull'argomento, si è condotta un'indagine scientifica durata tre anni ed evolutasi in quattro fasi diverse e complementari tra loro. Desidero riassumere e confrontare qui i differenti passaggi per tirare le somme e prospettare delle applicazioni pratiche.

Durante la prima fase del progetto, in cui si sono analizzati i movimenti utili ed erratici (non direttamente finalizzati alla produzione del suono) compiuti dalle dita di diversi pianisti durante l'esecuzione di un *Minuetto* di Petzold, i cui dati sono stati elaborati dalla dott.ssa Emilia Biffi, si è pervenuti alle seguenti conclusioni:

- la principale differenza tra gli allievi/insegnanti e i concertisti (queste le due categorie in cui si era diviso il campione dei soggetti) è la percentuale dei movimenti erratici; essa è più alta nei concertisti, i quali utilizzano un'azione del dito da lontano probabilmente per creare quel caratteristico suono brillante tipico di alcune esecuzioni barocche, mentre, al contrario, l'altra categoria, allievi/insegnanti, si è concentrata sulla produzione di un suono *cantabile* che prevede l'uso delle dita a contatto col tasto;
- esiste quindi una differenza quantificabile tra i due gruppi sottoposti a indagine che ha fatto comprendere come sia misurabile il suono di un artista e distinguerlo da quello di un altro.

Considerato che è possibile quantificare il *sound* di un artista dalle sue traiettorie di movimento delle dita, nella seconda fase si è voluto mettere in rapporto il gesto del pianista e la meccanica dello strumento, per poi relazionarli con il suono prodotto. A tal fine si è analizzata una singola nota, eseguita dall'indice della mano destra, ripetuta diverse volte con dinamiche crescenti secondo il protocollo descritto nel corso del capitolo. Si è osservato che:

1. la velocità del martello è in relazione con l'intensità sonora;

2. il moto del martello in due suoni di uguale intensità prodotti con un tocco di pressione, da vicino, *cantabile*, e uno con tocco d'attacco, da lontano, presenta sì la medesima velocità d'impatto contro le corde, ma impiega tempi differenti per raggiungerle: nel *cantabile* il martello impiega il doppio del tempo rispetto al tocco d'attacco; per produrre, quindi, un *cantabile* che ha la stessa intensità di un suono d'attacco, il pianista fa compiere al martello la stessa strada in tempo doppio;
3. riguardo alla velocità del martello, nel *cantabile* è progressiva (moto naturalmente accelerato) e nel suono di attacco è costante;
4. riguardo al comportamento del tasto, nel *cantabile* procede senza interruzioni e nel suono di attacco, dopo un iniziale aumento di velocità, si arresta per almeno un frame e poi riprende la sua corsa.

Accertato tutto ciò, in conclusione di questa tappa è stato possibile affermare che l'esecutore può influire direttamente sul comportamento della meccanica e può determinare suoni di medesima intensità attraverso tocchi differenti. Nel corso dell'analisi dei dati sono emersi dei dubbi che riguardano:

- il punto d'impatto del martello con le corde, che presenta delle variazioni, in quanto il sistema Smart con cui si sono effettuati i rilievi, registra l'immagine al 120° si secondo, che è troppo poco se si considera che il martello raggiunge le corde con una media di circa 20 decimi di secondo;
- la traiettoria di movimento del tasto percosso da lontano, poiché esso raggiunge lo sfondo procedendo a sbalzi, con fermate di circa un frame; ci si è chiesto se queste fossero reali e in caso affermativo per quanto tempo si protraessero.

Si è passati quindi ad usare un Sistema di rilevamento più fine, rispetto allo Smart: la Cinespeedcam che ritrae l'immagine al 1000° di secondo. Con tale attrezzatura si è giunti alle seguenti conclusioni:

1. hanno trovato conferma i dati intravisti con il sistema Smart e dunque
 - a) esiste un comportamento variabile del tasto in relazione al tocco:
 - con tocco da lontano, il tasto si muove per pochi millimetri per poi fermarsi per 7/8 millisecondi e poi riprendere la sua corsa verso il fondo;
 - con tocco da vicino, il dito accompagna il tasto nella sua corsa senza interruzione;

- b) nel tocco da lontano il dito e la meccanica entrano in contatto per 2 millesimi di secondo, mentre nel tocco da vicino il dito, il tasto e il martello rimangono in contatto per circa 20 millesimi di secondo, ed è quindi possibile controllare la discesa del tasto anche dopo l'avviamento del processo, andando a variare l'accelerazione del martello;
2. considerati due suoni di pari intensità, prodotti uno con il tocco da vicino e uno con quello da lontano, si osserva:
 - a) nel tocco da vicino il martello si inizia a muovere dopo circa 2 ms dopo l'inizio del movimento del tasto e percuote le corde dopo circa 40 ms;
 - b) nel tocco da lontano con il dito steso il martello si inizia a muovere dopo circa 4 ms, al 5° ms il tasto si ferma per poi riprendere la sua discesa al 13° ms e il martello raggiunge le corde al 23° ms, quindi in metà tempo rispetto al tocco da vicino.

Lo studio con la Speedcam conferma e quantifica i dati rilevati con il sistema Smart e propone nuove ipotesi sul rapporto tra tocco e reazione della meccanica: il differente movimento del martello verso le corde è la causa del cambiamento di timbro? È stato quindi necessario passare all'ultima fase, l'analisi acustica, per verificare se un suono di pressione è timbricamente diverso rispetto al suono di attacco, così come differente è il comportamento del martello, e se il suono realizzato da diversi interpreti varia timbricamente.

L'analisi acustica si basa sul seguente assunto: alla ripetibilità del movimento del martello in relazione al tocco utilizzato corrisponde una ripetibilità sonora. In questa quarta fase, si è quindi analizzato il suono esaminando la relazione tra la fondamentale e la seconda armonica di cui era costituito, in riferimento ai picchi d'intensità e al loro rapporto d'intensità. Si può concludere

1. riguardo al picco di intensità:
 - a) nel tocco da vicino si verifica una sincronia tra il picco d'intensità della fondamentale e il picco della seconda armonica, creando un suono particolarmente ricco tipico del *cantabile*;
 - b) nel tocco da lontano la seconda armonica raggiunge il suo picco in ritardo rispetto alla fondamentale creando una controfase che determina il suono brillante.
2. riguardo alla media della distanza tra la fondamentale e la seconda armonica:
 - a) nel tocco da vicino corrisponde a 21,37 db;

b) nel tocco da lontano corrisponde a 18,18 db, cioè il 15% in meno.

Si confermano quindi i risultati cui si è pervenuti con la Speedcam: al movimento del martello, ripetibilmente diverso a seconda del tocco pianistico, corrisponde una reazione acustica che varia ripetibilmente in maniera differente a seconda del tocco. Dall'analisi dei dati rilevati dalla Speedcam è emerso un risultato estremamente interessante che riguarda il comportamento dello stiletto, ossia il braccio del martello: da un primo esame video si è mostrato molto flessibile, tanto da mettere in discussione se il martello colpisca le corde sempre nello stesso punto. Sarebbe questa la causa della variazione timbrica del suono? Il problema rimane aperto e si spera di affrontarlo in futuro.

Il limite di questa ricerca è che il campione si riferisce esclusivamente alla nota Fa3 di un pianoforte Bechstein Mod 190. È evidente che la qualità costruttiva di questo pianoforte garantisce la validità della ricerca, ma è, altresì, evidente che questo è un terreno ancora ampiamente inesplorato dove allargando il campione d'indagine si potranno trovare sempre maggiori conferme alla tesi che il pianoforte è uno strumento politimbrico.

Il fine ultimo del presente lavoro va nella direzione della didattica: ogni maestro che avrà razionalizzato la relazione tra il tocco pianistico, la reazione della meccanica e la produzione sonora, e sarà capace di trasmetterle ai suoi allievi, sarà promotore di una grande scuola di tocco. I suoi allievi possederanno i mezzi, le infinite sfumature timbriche che permetteranno loro di affrontare qualsiasi repertorio, lasciando la loro anima e il loro spirito liberi di esprimersi.

Indice delle illustrazioni

Fig. 1.1	Mano di Theodor Leschetizky	pag.	12
Fig. 1.2	Esercizi per il rafforzamento e l'indipendenza delle dita	»	13
Fig. 1.3	La mano di Leschetizky durante il passaggio del pollice in una scala	»	13
Fig. 1.4	La mano di Leschetizky durante il passaggio del pollice in un arpeggio	»	14
Fig. 1.5	Esercizi di preparazione alle ottave	»	15
Fig. 1.6	La mano di Leschetizky durante un arpeggiato	»	16
Fig. 1.7	Esempio di pedale	»	17
Fig. 1.8	Mano stesa in posizione naturale - Nullità del carico	»	41
Fig. 1.9	Mano arcuata - Nullità del carico	»	41
Fig. 1.10	Trasmissione di peso - Appesantimento del suono	»	41
Fig. 1.11	Una fase del movimento di rotazione	»	43
Fig. 1.12	Incatenamento di peso	»	43
Fig. 1.13	Pendolo brachiale	»	44
Fig. 1.14	Braccio meccanico di Ortmann	»	59
Fig. 1.15	Registrazioni di variazioni di peso	»	60
Fig. 1.16	Pantografo	»	62
Fig. 1.16a	Registrazioni di salti di ottave effettuate con il pantografo	»	62
Fig. 1.16b	Registrazione fotografica dello stesso movimento	»	62
Fig. 1.17	Metodo di registrazione dei movimenti del tasto e delle dita nella dimensione verticale	»	64
Fig. 1.18	Registrazione del movimento della mano scala ascendente	»	66
Fig. 1.19	Registrazione del movimento della mano scala discendente	»	66
Fig. 1.20	Rilevamenti acustici relativi alla qualità del suono in relazione al grado di pressione	»	69
Fig. 2.1	Grafico di meccanica ad opera di Bartolomeo Cristofori	»	75
Fig. 2.2	Meccanica di un pianoforte costruito da Cristofori	»	75
Fig. 2.3	Prellmechanik	»	79
Fig. 2.4	Meccanica a rimbalzo senza scappamento	»	79

Fig. 2.5	Meccanica a rimbalzo con scappamento	»	80
Fig. 2.6	Meccanica semplice pianoforte a tavolo modello Zumpe	»	82
Fig. 2.7	Meccanica doppia modello Geib	»	82
Fig. 2.8	Meccanica pianoforte a coda Broadwood 1799	»	83
Fig. 2.9	Meccanica anglo-tedesca in un pianoforte Streicher	»	84
Fig. 2.10	Meccanica a rimbalzo in un pianoforte Graf	»	85
Fig. 2.11	Confronto tra sei martelletti e relative corde	»	86
Fig. 2.12	Meccanica a doppio scappamento Erard	»	87
Fig. 2.13	Dettaglio di un brevetto di Henry Steinway nel 1859	»	91
Fig. 2.14	Immagini dall'alto di pianoforti a coda Steinway	»	92
Fig. 2.15	Meccanica di un moderno pianoforte coda	»	94
Fig. 3.1	Onda sinusoidale	»	98
Fig. 3.2	Forze di pressione su una corda percossa	»	99
Fig. 3.3	Oscillazioni	»	99
Fig. 3.4	Monocordo pitagorico	»	101
Fig. 3.5	Curve isofoniche di Fletcher e Munson	»	105
Fig. 3.6	Oscillogrammi	»	106
Fig. 3.7	Oscillogrammi di due forme d'onda	»	106
Fig. 3.8	Esempio di spettrogramma	»	107
Fig. 3.9	Schema di movimenti vibratori	»	109
Fig. 3.10	Schematizzazione del moto vibratorio	»	110
Fig. 3.11	Punto sul quale agisce la forza esterna	»	110
Fig. 3.12	Ordine e tempi di generazione delle armoniche	»	112
Fig. 4.1	Posizione dei markers	»	119
Fig. 4.2	Spartito del Minuetto di Christian Petzold	»	120
Fig. 4.3	Telecamera circondata dalla corona circolare di led	»	120
Fig. 4.4	Schema di set sperimentale	»	121
Fig. 4.5	Set sperimentale	»	121
Fig. 4.6	Meccanica di tre tasti Bechstein	»	126
Fig. 4.7	Pianoforte Bechstein	»	127
Fig. 4.8	Telecamera nel cassone del pianoforte	»	128
Fig. 4.9	Telecamera fuori dal pianoforte	»	128
Fig. 4.10	Meccanica coperta per evitare riflessi	»	128
Fig. 4.11	Marker sul martello	»	128

Fig. 4.12	Markers su tasto e dito	»	129
Fig. 4.13	Meccanica di un moderno pianoforte a coda	»	131
Fig. 4.14	Cinespeedcam Weinberger Visart	»	145
Fig. 4.15	Set sperimentale	»	145
Fig. 4.16	Set n. 1 pag. 146	»	147
Fig. 4.17	Set n. 2	»	147
Fig. 4.18	Cantabile	»	150
Fig. 4.19	Avambraccio in uscita	»	150
Fig. 4.20	Dito steso	»	150
Fig. 4.21	Avambraccio in entrata	»	150
Fig. 4.22	Caratteristiche del microfonoBehringer	»	159
Fig. 4.23	Caratteristiche del microfono Sennheiser	»	159

Bibliografia

Fonti

J. L. ADAM, *Metodo per pianoforte*, diviso in tre parti, traduzione di *Méthode de Piano du Conservatoire*, Milano, G. Ricordi 1805 ca.

C. PH. E. BACH, *Saggio di Metodo per la Tastiera*, a cura di G. Gentili Verona, Milano, Curci 1973.

H. J. BERTINI, *Metodo di Pianoforte elementare e facile dedicato agli allievi*, Milano, F. Lucca 1861.

R. M. BREITHAUP, *Die natürliche Klaviertechnik*, vol I, Leipzig, C.F. Kahnt Nachfolger 1905.

R. M. BREITHAUP, *Die Grundlagen der Klaviertechnik*, vol II, Leipzig, C.F. Kahnt Nachfolger 1909.

M. BRÉE, *Leschetizky Method: Guide to Fine and Correct Piano Playing*, New York, G. Schirmer 1902.

A. BRUGNOLI, *Dinamica pianistica. Trattato sull'insegnamento razionale del Pianoforte e sulla motilità muscolare nei suoi aspetti psico-fisiologici*, Milano, Ricordi 1926.

M. CAPRA, *Psico-fisiologia. Pianoforte. Tobia Matthay. Appunti polemico-pianistici di un autodidatta sessantenne*, Torino, STEN 1920.

B. CESI, *Metodo per lo studio del pianoforte*, Milano, Ricordi 1904.

M. CLEMENTI, *Metodo completo per pianoforte*, 1. ed. italiana sulla 5. ed. di Parigi, Bologna, Litografia Cipriani e CC 1830.

M. CLEMENTI, *Introduction to the Art of Playing on the Piano Forte, Containg the Elements of Music, Preliminary Notions on Fingerings, and Fifty Fingered Lessons*, ristampa della 1. ed.e 2. ed., New York, Da Capo Press 1974 (1801).

A. CORTOT, *Principi razionali della tecnica pianistica*, a cura di G. Piccioli, Milano, Suvini Zerboni 1928.

J. B. CRAMER, *Conseils à mes élèves. Nouvelle Méthode complète de piano suivie de 42 morceaux élémentaires avec des préludes dans tous les tons majeurs et mineurs destinés à former le goût et l'expression et de 24 études spéciales nouvelles et progressives*, Paris, M. Schlesinger 1815.

C. CZERNY, *Metodo completo teorico-pratico per Piano-forte. Dalla prima istruzione elementare sino al più alto grado d'insegnamento. Corredato di adatti esempi espressamente composti e diviso in tre parti, op. 500*, Milano, Ricordi 1839.

J. L. DUSSEK, *Méthode pour le Piano, contenant tous les principes du Doigté*, Paris, Dufaut et Dubois 1823 ca.

F. J. FÉTIS – I. MOSCHELES, *Metodo dei Metodi di pianoforte o trattato dell'arte di suonare questo istrumento*, Milano, F. Lucca 1840.

L. FINIZIO, *Quello che ogni pianista deve sapere*, Milano, Curci 1922.

J. N. HUMMEL, *Metodo compiuto teorico-pratico per pianoforte dai primi elementi fino al più alto grado di perfezione*, trad. dal tedesco sull'edizione originale da G. Radicchi prof. di musica di Vienna, Ricordi, Milano 1828.

M. JAËLL, *La musique et la Psychophysiologie*, Paris, Alcan 1896.

M. JAËLL, *Le mécanisme du toucher. L'étude du piano par l'analyse expérimentale de la sensibilité tactile*, Paris, Colin 1897.

F. W. M. KALKBRENNER, *Metodo per pianoforte col sussidio del Guida-mani, op. 108*, Milano, G. Ricordi 1831.

F. LISZT, *Technische Studien für Klavier*, Budapest, Editio Musica 1983 (1868-1880).

- A. LONGO, *La tecnica pianistica* (12 fascicoli) Napoli, L'Arte pianistica editrice 1926.
- F. MARMONTEL, *Conseils d'un professeur sur l'enseignement technique et l'esthétique du piano*, Paris, Heugel 1876.
- T. MATTHAY, *L'arte del tocco nel suonare il pianoforte*, trad. Maria Bonetti, Torino, Fratelli Bocca 1911.
- T. MATTHAY, *The Fore-Arm Rotation Principle in Pianoforte Playing, its Applications and Mastery*, London, TMPS 1912.
- T. MATTHAY, *La rotazione dell'avambraccio al pianoforte*, trad. M. Capra, Torino, STEN 1920.
- T. MATTHAY, *I primi passi al pianoforte per fanciulli nonché per adulti*, trad. di M. Capra, Torino, STEN 1920.
- T. MATTHAY, *The Visible and Invisible in Pianoforte Technique*, London, Oxford University Press 1932.
- B. MUGELLINI, *Lezioni teorico-pratiche sui nuovi sistemi fondamentali nella tecnica pianistica*, Milano, Carish & Jänichen 1938.
- O. ORTMANN, *The Physiological Mechanics of Piano Technique*, New York, E. P. Dutton & Co. 1929.
- F. POLLINI, *Metodo per clavicembalo*, Milano, G. Ricordi 1811.
- G. SGAMBATI, *Formulario del pianista: scelta di esercizi fondamentali per lo studio tecnico del pianoforte con le norme per ditéggiare regolarmente e per sviluppare le articolazioni dei diti e dei polsi*, Milano, Ricordi 1917.
- F. A. STEINHAUSEN, *Über die physiologischen Fehler und die Umgestaltung der Klaviertechnik*, Leipzig, Breitkopf & Härtel 1905.

S. THALBERG, *L'arte del canto applicata al pianoforte*, op. 70, Milano, F. Lucca 1860 ca.

Letteratura secondaria

A. LETTERATURA MUSICOLOGICA

A.A. V.V., *Il Pianoforte*, Milano, Ricordi 1992.

A.A. V.V., *Le tentazioni della virtuosità*, Milano, Longanesi & C. 1997.

G. CARLI BALLOLA, *Beethoven: la vita e la musica*, Milano, Accademia 1977.

E. BARBARA, *Tre conferenze sulla "Dinamica Pianistica" di A. Brugnoli*, dattiloscritto 1933 (Conservatorio di Musica G. Verdi).

F. BUSONI, *Scritti e pensieri sulla musica*, a cura di L. Dallapiccola e G. Gatti, Firenze, Le Monnier 1941.

C. BUTINI BOISSIER, *Liszt maestro di piano*, Palermo, Sellerio 1997.

A. CORTOT, *Aspects de Chopin*, Paris, A. Michel 1949.

J. J. EIGELDINGER, *Chopin artista-pedagogo*, in *Chopin opera OMNIA*, Venezia, Musica Iagellonica 1985.

J. J. EIGELDINGER, *Chopin pianist and teacher as seen by his pupils*, by R. Howat, Cambridge University Press 1986.

A. EINSTEIN, *Mozart*, Milano, Ricordi 1951.

A. EINSTEIN, *Schubert*, Milano, Accademia 1970.

M. FABBRI, *L'alba del pianoforte: verità storica sulla nascita del primo cembalo a martelletti*, Milano, Nuove edizioni Milano 1968.

- R. GERIG, *Famous pianists and their technique*, Washington-New York, Paperback 1974.
- D. J. GROUT, *Storia della musica in occidente*, 7. Milano, Feltrinelli 1993.
- D. HILDEBRANDT, *Il Romanzo del pianoforte. L'eroe segreto del XIX secolo*, Milano, Sugarco 1987.
- W. HILDESHEIMER, *Mozart*, 2. ed., Milano, BUR 1997.
- J. JEANS, *Science and music*, Cambridge, University press, 1937.
- KÁROLY, *La grammatica della musica*, Torino, Einaudi 1965.
- A. F. MARMONTEL, *Les pianistes célèbres*, Paris, Toures 1887.
- B. MUGELLINI, *Nuovi sistemi fondamentali della tecnica pianistica*, «Rivista musicale italiana», 15, Torino, Bocca, 1908 pp. 140-159.
- I. PONIATOWSKA, *Il metodo per pianoforte di J. N. Kummel*, in *Studi in onore di Giuseppe Vecchi*, a cura di I. Cavallini, Modena, Mucchi, 1989 pp. 191-205.
- I. PONIATOWSKA, *Quelque problème de la méthode du piano pratiquée au tournant des XVIII e XIX siècle*, in *Musica, teatro, nazione dell'Emilia nell'Europa del Settecento*, Modena, Mucchi 1981.
- G. PESTELLI, *L'età di Mozart e Beethoven*, VII, Torino, E. D. T. 1991, (*Storia della musica*), 7.
- P. RATTALINO, *Storia del pianoforte*, Milano, Il Saggiatore 1982.
- P. RATTALINO, *Da Clementi a Pollini: duecento anni con i grandi pianisti*, Milano, Ricordi 1983.
- P. RATTALINO, *Saggio*, in *Il pianoforte <Programma di sala della Radio Televisione della Svizzera italiana>*, Lugano, RTSI 1987.

- P. RATTALINO, *Le grandi scuole pianistiche*, Milano, Ricordi 1992.
- N. SCHIMMEL, *la costruzione del pianoforte – un'opera d'arte : dalla canna sonora al pianoforte. Un'azienda si presenta*, Hannover, Grütter 1990.
- M. TIBALDI CHIESA, *Vita romantica di Liszt*, Firenze, Passigli 1986.
- V. VITALE, *Il concetto di tecnica pianistica e Muzio Clementi*, in *Atti del Convegno di studi "Muzio Clementi e la musica strumentale del suo tempo"*, Siena, Accademia Musicale Chigiana, 29-31 luglio, 1982, pp. 9-23.
- K. WOLTERS, *Il pianoforte*, Firenze, Martello-Giunti 1975.

B. LETTERATURA SCIENTIFICA

- A. ASBURY, *Approach to the Patient with Peripheral Neuropathy*, «Harrison's Principles of Internal Medicine», McGraw-Hill 2005 (electronic version).
- A. BAADER – O. KAZENNIKOV – M. WIESENDANGER, *Coordination of bowing and fingering in violin playing*, «Cognitive Brain Research», 23, 2005, pp. 436-443.
- G. C. BALBONI ... et al., *Anatomia umana*, 4 vols., Milano, Edi. Ermes 1993.
- G. U. BATTEL, *Analisi dell'interpretazione. Le nuove metodologie*, «Diastema», IV, n. 10, 1995, pp. 3-15.
- G. U. BATTEL, *Nuove metodologie per l'analisi dell'interpretazione: regole per l'esecuzione automatizzata della musica pianistica*, in *Atti della II^a Conferenza Internazionale di Acustica e Ricerca Musicale*, a cura di F. Pedrielli, Ferrara, CIARM 1995, pp. 439-444.
- G. U. BATTEL, *Analisi dell'interpretazione. Un sistema di regole quantitative per l'esecuzione musicale*, «Diastema», V, n. 11, 1995, pp. 7-25.
- G. U. BATTEL, *Un progetto per l'analisi dell'esecuzione pianistica*, «Rivista

Italiana di Musicologia», XXX, n. 2, 1995, pp. 419-452.

R. M. BERNE – M. N. LEVY, *Fisiologia*, Gaggiano (Mi), Ambrosiana 2000.

A. BONOLA – A. CAROLI – L. CELLI, *La mano. Filogenesi – Embriologia – Anatomia descrittiva e funzionale – Anatomia topografica e chirurgica – Anatomia radiografia*, Padova, Piccin 1981.

M. A. B. BRAZIER, *The historical development of neurophysiology*, in *Neurophysiology*, I, sezione 1, (*Handbook of physiology*), Washington, American Physiological Society 1959, pp. 1-58.

L. CATTANEO, *Compendio di Anatomia Umana*, Bologna, Monduzzi 1984.

J. P. CHANGEUX, *L'uomo neuronale*, Milano Feltrinelli 1983.

T. COLTON, *Statistica in medicina*, Piccin, Padova 1979.

M. CREAGER - V. DZAU, *Vascular Diseases of the Extremities*. «Harrison's Principles of Internal Medicine», McGraw-Hill 2005 (electronic version).

D. EBERT - H. EFTER - F. BINKOFSKI - H. J. FREUND, *Coordination between breathing and mental grouping of pianistic finger movements*, «Perception Motor Skills», 95, 2002, pp. 339-353.

G. M. EDELMAN, *Darwinismo neurale. La teoria della selezione dei gruppi neuronali*, Torino, Einaudi 1995.

K. ENGEL - M. FLANDERS - J. F. SOECHTING, *Anticipatory and sequential motor control in piano playing*, «Experimental Brain Research», 113, 1997, pp. 189-199.

F. V. FERRARIO, C. MACRÌ, E. BIFFI, P. POLLICE, C. SFORZA, *Three-dimensional analysis of hand and finger movements during piano playing*, «Medical Problems of Performing Artists», Vol. 22, 2007, pp. 18-23.

C. GHEZ, *Il controllo motorio*, in *Principi di neuroscienze*, ed. E. R. Kandel – J. H. Schwartz – T. M. Jessel, 2. ed., Milano, Ambrosiana 1994.

R. GRANIT, *Comments on history of motor control*, in *The Nervous System*, I, sezione 1, (*Handbook of physiology*), Washington, American Physiological Society 1959, pp. 1-16.

P. HAHN - H. KRIMMER – A. HRADEZKY – U. LANZ, *Quantitative analysis of the linkage between the interphalangeal joints of the index finger*, «Journal of Hand Surgery», 20B, 1995, pp. 696-699.

D. C. HARDING, K. D. BRANDT – B. M. HILLBERRY, *Finger joint force minimization in pianist using optimization techniques*, «Journal of Biomechanics», 26, 1993, pp. 1403-1412.

H. HEIJINK – R. MEULENBROEK, *On the complexity of classical guitar playing: functional adaptations to task constraints*, «Journal of Motor Behaviour», 34, 2002, pp. 339-351.

A. JOBBAGY – P. HARCOS – R. KAROLY – G. FAZEKAS, *Analysis of finger-tapping movement*, «Journal of Neuroscience Methods», 141, 2005, pp. 29-39.

J. KRAKAUER – C. GHEZ, *Voluntary Movement*, in *Principles of Neural Science*, ed. E. R. Kandel – J. H. Schwartz – T. M. Jessel, 4. ed., United States of America, McGraw-Hill pp. 756-781.

M. LI - G. H. YUE, *Dependence of finger flexion force on the posture of the nonperforming fingers during key pressing tasks*, «Journal of Motor Behaviour», 34, 2002, pp. 329-338.

C. MACRÌ, C. SFORZA, F. V. FERRARIO, M. TURCI, G. P. GRASSI, *A Morphological Analysis of the Repeatability of Finger Movements during Piano Playing*, Italian Journal of Anatomy and Embryology, LVIII Congresso Società Italiana di Anatomia, Vol. 108 – Supplemento n. 2 al Fasc. 3 – Luglio-Settembre 2003, pp. 118-119.

- C. MACRÌ, C. SFORZA, F.V. FERRARIO, M. TURCI, G.P. GRASSI, *Repeatability of Finger Movements during Piano Playing. A Pilot Investigation*, European Workshop on Movement Science, University of Münster, May 22-24, Wien, Sport & Buch 2003, p. 45.
- M. MARCHETTI - P. PILLASTRINI, *Neurofisiologia del movimento*, Padova, Piccin 1997.
- R. M. H. MCMINN – R. T. HUTCHINGS, *Atlante di Anatomia Umana*, a cura di G. Marinozzi, 2. ed., Copenhagen 1992.
- M. NAKAMURA – C. MIYAWAKI - N. MATSUSHITA - R. YAGI – Y. HANDA, *Analysis of voluntary finger movements during hand tasks by a motion analyzer*, «Journal of Electromyography and Kinesiology», 8, 1998, pp. 295-303.
- R. NICOLETTI, *Il controllo motorio, processi cognitivi nell'organizzazione del movimento. Teoria e applicazioni*, Bologna, il Mulino 1992.
- D. PARLITZ - T. PESCHEL - E. ALTENMÜLLER, *Assessment of dynamic finger forces in pianist: effects of training and expertise*, «Journal of Biomechanics», 31, 1998, pp. 1063-1067.
- D. REMPEL – J. DENNERLEIN – C.D. MOTE – T. ARMSTRONG, *A method of measuring fingertip loading during keyboard use*, «Journal of Biomechanics», 27, 1994, pp. 1101-1104.
- C. SFORZA – C. MACRÌ – M. TURCI – G. P. GRASSI – V. F. FERRARIO, *Neuromuscular patterns of finger movements during piano playing. Definition of an experimental protocol*, «Italian Journal of Anatomy and Embryology», 108, 2003, 211-222.
- L. TESTUT & A. LATARIET, *Trattato di Anatomia umana*, Torino, V. Bona 1966.

J. Z. WU – R. G. DONG, W. P. SMUTZ – A. W. SCHOPPER, *Modeling of time-dependent force response of fingertip to dynamic loading*, «Journal of Biomechanics», 36, 2003, pp. 383-392.

ALTRO

A.A. V.V., *La ginnastica Aspetti medici e traumatologici*, in Atti del congresso internazionale di Riva del Garda 23-25 aprile 1998, Federazione ginnastica d'Italia 1998.

E. AMALDI - G. AMALDI, *Corso di Fisica*, Bologna, Zanichelli 1970.

A. D. BADDELEY, *La memoria. Come funziona e come usarla*, Bari, Laterza 1993.

S. BARKER, *Metodo Alexander. Una tecnica contro la stanchezza fisica e mentale, alla riconquista dell'energia*, (L'altra medicina), 19, Como, RED 1991.

F. CAPRA, *Il Tao della fisica*, Milano, Adelphi 1989.

M. CRITCHLEY - R. A. HENSON, *La musica e il cervello. Studi sulla neurologia della musica*, Padova, Piccin 1987.

J. Y. LEE, *Kung-Fu Wing Chung*, Roma, Mediterranee 1998.

B. LEE - JEET KUNE DO, *Il libro segreto di Bruce Lee*, Roma, Mediterranee 1998.

S. ROSE, *La fabbrica della memoria. Dalle molecole alla mente*, Milano, Garzanti 1994.

K. TOKITSU, *Lo Zen e la via del Karate per una teoria delle arti marziali*, Carnago (VA), Sugarco 1992.