

AA.VV.

# Pedagogie e diversità

Intersezioni disciplinari  
nel progetto A.S.T.R.O

saggi

EDUCAZIONE per *tutta la vita*

tw

FrancoAngeli

## Informazioni per il lettore

Questo file PDF è una versione gratuita di sole 20 pagine ed è leggibile con



La versione completa dell'e-book (a pagamento) è leggibile con Adobe Digital Editions. Per tutte le informazioni sulle condizioni dei nostri e-book (con quali dispositivi leggerli e quali funzioni sono consentite) consulta [cliccando qui](#) le nostre F.A.Q.





La presente Collana intende portare un contributo di studio e di ricerca ai temi relativi all'educazione e alla formazione per tutta la vita, in differenti contesti ed in maniera profonda (*Lifelong, Lifewide, Lifedeeep Learning*). Data la ricchezza, complessità e problematicità di tali ambiti, la Collana si avvale dei contributi teorico-metodologici di differenti prospettive disciplinari. Particolare attenzione viene rivolta ai campi di studio e di ricerca della comunicazione e formazione, pedagogia dei gruppi e di comunità, orientamento e pratiche valutative.

**Direzione**

Liliana Dozza

**Comitato scientifico**

Luciano Bellini, *UPS –Ecuador, Quito – Cuenca - Guayachill*

Kieran Egan, *Simon Fraser University*

Elisa Frauenfelder, *Università Suor Orsola di Benincasa, Napoli*

Hans U. Fuchs, *Zurich University*

Rosa Gallelli, *Università di Bari*

Isabella Loiodice, *Università di Foggia*

Racheal Lotan, *Stanford University*

Franca Pinto Minerva, *Università degli Studi di Foggia*

Monica Parricchi, *Libera Università di Bolzano*

Simonetta Ulivieri, *Università degli Studi di Firenze*

Paul Vermette, *Niagara University*

Werner Wiater, *Universität Augsburg*

Miguel Zabalza, *Università de Santiago de Compostela*

Xu di Hongzohu, *Zhejiang University*

**Metodi e criteri di valutazione**

La collana adotta un sistema di valutazione dei testi basato sulla revisione paritaria e anonima (peer review). I criteri di valutazione adottati riguardano: l'interesse e l'originalità dell'argomento proposto, la qualità dell'esposizione, l'assetto metodologico e il rigore scientifico degli strumenti utilizzati, l'innovatività dei risultati, la pertinenza della bibliografia indicata.

**Comitato di redazione**

Monica Parricchi e Maria Teresa Trisciuzzi

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: [www.francoangeli.it](http://www.francoangeli.it) e iscriversi nella home page al servizio “Informatemi” per ricevere via e.mail le segnalazioni delle novità o scrivere, inviando il loro indirizzo, a “FrancoAngeli, viale Monza 106, 20127 Milano”.

AA.VV.

# **Pedagogie e diversità**

Intersezioni disciplinari  
nel progetto A.S.T.R.O



**FrancoAngeli**

Il volume è stato realizzato nell'ambito del P.A.R. dell'Università degli Studi di Foggia – Dipartimento di Studi Umanistici

Copyright © 2017 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

*L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito [www.francoangeli.it](http://www.francoangeli.it).*

# Indice

<b>Introduzione</b> , di <i>Anna Grazia Lopez</i>	pag.	7
<b>I. Intersezioni disciplinari</b>		
<b>La lunga storia delle applicazioni tecnologiche alla disabilità</b> , di <i>Luigi Traetta</i>	»	11
<b>Il progetto A.S.T.R.O: aspetti tecnici</b> , di <i>Gianfranco Borrelli</i>	»	28
<b>Educazione e tecnologia</b> , di <i>Anna Grazia Lopez</i>	»	35
<b>Progettazione partecipata, sharing knowledge e terza mission: per una ricerca di qualità</b> , di <i>Daniela Dato</i>	»	46
<b>Qualità della vita delle famiglie con persone nello spettro autistico: interventi di aiuto per il benessere e la dignità</b> , di <i>Assunta di Matteo</i>	»	60
<b>La risoluzione materna e paterna della diagnosi</b> , di <i>Grazia Terrone e Lucia Monacis</i>	»	71
<b>II. La ricerca</b>		
<b>Il sostegno sociale alle famiglie nella ricerca A.S.T.RO</b> , di <i>Anna Grazia Lopez</i>	»	85
<b>La ricerca A.S.T.RO</b> , di <i>Daniela Dato, Anna Grazia Lopez, Lucia Monacis, Grazia Terrone</i>	»	91

<b>L'approccio comunicativo del bambino autistico</b> , di <i>Lucia Monas e Grazia Terrone</i>	pag.	102
<b>Programmi educativi per bambini con Disturbo dello Spettro dell'Autismo nel robot antropomorfo</b> , di <i>Telemaco Traverso</i>	»	121
<b>I questionari elettronici</b> , di <i>Sesamo Software Spa</i>	»	133
<b>Sguardi e parole per narrare la ricerca</b> , di <i>Alessandra Altamura e Valentina Mustone</i>	»	146
<b>Il monitoraggio</b> , di <i>Maria Rita Gitto</i>	»	164
<b>Analisi e interpretazione dei diari di bordo</b> , di <i>Valeria Tamborra</i>	»	176
<b>Qualche ultima considerazione</b> , di <i>iFun</i>	»	207



# Introduzione

Il progetto A.S.T.RO rappresenta nel panorama scientifico uno dei tentativi realizzati dalla ricerca educativa e ingegneristica di applicare la robotica all'autismo<sup>1</sup>. Promosso dall'azienda e-Result e finanziato dalla Regione Puglia, il progetto ha visto la partecipazione oltre che del gruppo di ricerca dell'Università di Foggia, e dell'Associazione delle famiglie con bambini autistici, iFun, anche di società informatiche come la Sesamo Software s.r.l. e TIA Network presenti sul territorio. Obiettivo del progetto era definire un programma di intervento volto in alcuni casi a far apprendere e, in altri, a migliorare alcune abilità comunicative che mettessero il bambino “in contatto” con il genitore attraverso l'utilizzo del robot NAO al fine di garantire una più efficace interazione e un maggiore *benessere* delle famiglie.

Il presente volume descrive il rapporto tra tecnologie e autismo collocando la ricerca-intervento implementata con A.S.T.RO. nell'ambito di un modello di progettazione di tipo partecipato e il cui obiettivo è stato il miglioramento della qualità della vita delle famiglie con persone con autismo.

Nella prima parte sono presenti diversi approfondimenti a cominciare da *La lunga storia delle applicazioni tecnologiche alla disabilità* di Luigi Traetta in cui si descrive il rapporto tra tecnologia e disabilità nel corso della storia, al contributo *Il progetto A.S.T.RO: aspetti tecnici* di Gianfranco Borrelli dell'azienda e-Result, capofila del progetto, riguardante il robot NAO e la piattaforma OMNIACARE utilizzata per il progetto. Segue il contributo di Anna Grazia Lopez *Educazione e tecnologie* in cui, a partire dai risultati di alcune sperimentazioni riguardanti l'utilizzo delle tecnologie nella progettazione di interventi educativi per bambini con sindrome dello spettro autistico, si problematizza il ruolo della ricerca educativa nella promozione di una società più solidale. Il saggio di Daniela Dato dal titolo

<sup>1</sup>A.S.T.RO (2015), progetto finanziato dalla Regione Puglia, a valere su “supporto alla crescita e sviluppo di pmi specializzate nell'offerta di contenuti e servizi digitali – living labs smart puglia 2020”.

*Progettazione partecipata, sharing knowledge e terza mission: per una ricerca di qualità* che ha, invece, lo scopo di giustificare il progetto A.S.T.RO nell'ambito della Terza Mission in cui oggi sono impegnate le Università, sottolineando il valore della condivisione e della comunicazione nella riuscita di un progetto di ricerca. La prima parte si conclude con due contributi volti ad approfondire il rapporto tra qualità della vita delle famiglie e presenza al loro interno di una persona autistica: *Qualità della vita delle famiglie con persone nello spettro autistico: interventi di aiuto per il benessere e la dignità* di Assunta di Matteo e *La risoluzione materna e paterna della diagnosi* di Grazia Terrone e Lucia Monacis.

Nella seconda parte del volume se il primo capitolo di Anna Grazia Lopez dal titolo *Il sostegno sociale alle famiglie nella ricerca A.S.T.RO* ha come obiettivo descrivere il modello partecipato della ricerca A.S.T.RO nell'ottica di un sistema formativo integrato, i seguenti sono un approfondimento delle diverse tappe della ricerca: da *La ricerca A.S.T.RO* di Daniela Dato, Anna Grazia Lopez, Lucia Monacis e Grazia Terrone al capitolo di Lucia Monacis e di Grazia Terrone *L'approccio comunicativo nel bambino autistico* in cui si analizzano i risultati dell'indagine preliminare condotta nel corso della sperimentazione sulle capacità comunicative dei bambini partecipanti attraverso la somministrazione ai genitori della Vabs; così come il capitolo *Programmi educativi per bambini con Disturbo dello Spettro autistico nel robot antropomorfo* di Telemaco Traverso descrive il programma di intervento, frutto di un lavoro complesso che ha visto mettere insieme le competenze informatiche e quelle educative, a partire da alcuni esercizi ABA implementati nel corso delle sperimentazione dal robot NAO. Arricchisce e valorizza la sperimentazione A.S.T.RO il lavoro condotto dalla Sesamo Software S.p.a, descritto nel contributo *I questionari elettronici*, presenti nella piattaforma A.S.T.RO e che hanno avuto la funzione di creare dei fascicoli "open" in cui inserire i dati di ciascun bambino partecipante alla ricerca e registrare i risultati delle sedute con il robot NAO. Segue il saggio *Sguardi e parole per narrare le ricerca* di Alessandra Altamura e Valentina Mustone, sull'osservazione e il diario di bordo e che fa da cornice teorica agli ultimi due contributi: *Il monitoraggio nel progetto A.S.T.RO* di Rita Gitto e *Analisi e interpretazione dei diari di bordo con l'utilizzo del T-Lab* di Valeria Tamborra.

A conclusione del volume alcune considerazioni dell'Associazione delle famiglie con bambini autistici *IFun*.

*Anna Grazia Lopez*

## **I. Intersezioni disciplinari**



# La lunga storia delle applicazioni tecnologiche alla disabilità

di Luigi Traetta

## 1. Introduzione

Se, come ha scritto di recente Rossi, «l'idea (o il desiderio) di costruire macchine automatiche si è affacciata nella mente umana in tempi molto più remoti di quanto non si possa credere comunemente» (Rossi, 2006, p. 738), molto più recente è, invece, l'idea di applicare la tecnologia alla disabilità con l'obiettivo di realizzare macchine automatiche in grado di offrire soluzioni per superare le limitazioni funzionali, fisiche o psichiche, indotte dalle principali tipologie di disabilità.

È significativo, al riguardo, come nel 1989 apparisse addirittura rivoluzionaria la seguente affermazione contenuta nella *Encyclopedia of architecture*: «invece di rispondere al solo livello minimo prescritto dalle legge, che richiede alcune caratteristiche speciali per le persone disabili, è possibile progettare gli elementi di costruzione in modo da renderli usabili da una gamma più vasta di esseri umani, che include le persone anziane, i bambini, le persone con disabilità e persone di dimensioni diverse» (Wilkes & Packard, 1989, p. 140).

Proprio negli anni '80 del XX secolo, in linea con i due principali approcci alla disabilità – quello medico e quello sociale, attenti, rispettivamente, alle menomazioni in quanto causa di svantaggio ed alle barriere, fisiche e sociali, che i disabili sperimentano – si sviluppano, dal punto di vista delle tecnologie, due modelli di intervento: il primo, di tipo medico, si concentra sulla persona disabile per “modificarla” al fine di ridurne le limitazioni e il secondo, in coerenza con l'approccio sociale, mira a progettare tecnologie in grado di consentire il superamento delle barriere fisiche e sociali esistenti.

Da quel momento l'interesse di ricercatori e progettisti verso le applicazioni della tecnologia alla disabilità si afferma in modo costante e sistematico, fino a giungere agli attuali dibattiti su temi quali la progettazione di

siti web sempre più accessibili, gli ausili informatici per le disabilità sensoriali e motorie e le linee guida della domotica.

Ma è davvero così recente l'incontro tra tecnologia e disabilità? La risposta è sicuramente negativa se per tale "incontro" non si intende soltanto la ricerca sistematica supportata da una consapevolezza sociale crescente e da tendenze legislative favorevoli. Pur nelle persone dell'inventore solitario e del medico filantropo o nelle forme sporadiche di macchine e strumenti messi a punto per caso, la storia della tecnica presenta moltissimi esempi di applicazioni alla disabilità, spesso dimenticati o sconosciuti dalla letteratura scientifica corrente.

Obiettivo del presente saggio, dunque, è la ricostruzione della "lunga storia" delle applicazioni tecnologiche alla disabilità, quella storia che ha preceduto (consentendone la nascita ufficiale) lo sviluppo delle tecnologie assistite e del *design for all* ma che appare, oggi, ancora troppo trascurata.

## 2. Le origini

«Ho chiamato viaggiante questa cattedra, che ho inventato per amor tuo. È messa in moto con tanto impeto, da superare un cavallo in corsa» (Fontana, XV sec., tav. 18)<sup>1</sup>. Così il medico italiano Giovanni Fontana descriveva, nella prima metà del XV secolo, uno dei primissimi modelli conosciuti di macchina in grado di far spostare un individuo privo della mobilità degli arti inferiori. Grazie ad una serie di ingranaggi e ad un sistema di corde da azionare con la sola forza delle braccia e delle mani, il veicolo (fig. 1) – una sorta di moderna sedia a rotelle – si muoveva in modo "automatico" con un dispendio energetico molto basso.

Il connubio tra scienza e tecnica realizzatosi durante il Rinascimento e la conseguente rivalutazione della tecnica stessa, che comincia gradualmente ad assumere la valenza di "sapere", fa sì che la collaborazione tra lo scienziato e il meccanico diventi una realtà così consolidata, che persino i chirurghi, osserva Rossi, «entrarono a sempre più stretto contatto con artisti, medici e anatomisti» (Rossi, 2009, p. 57). Se, d'altra parte, nell'opera di Leonardo si incontrano i primi tentativi di realizzare gli androidi – tra i cui aspetti degni di nota vanno ricordati, in questo contesto, i progetti di articolazioni con movimenti automatici –, fu proprio un chirurgo, il francese Ambroise Paré, a mettere a punto i primi esempi di protesi meccaniche.

<sup>1</sup> La tavola, tratta dal *Bellicorum Instrumentorum Liber*, fa parte della Cod. Icon. 242 della Bayerische Staatsbibliothek di Monaco. Il codice di Fontana è stato ristampato in Italia (Battisti E. e Battisti Saccaro G., 1984).



Fig. 1 – Veicolo di Giovanni Fontana

Nel suo monumentale trattato *Dix livres de la chirurgie*, dopo aver sottolineato come da un lato fosse inumana la prassi di amputare un arto e, dall'altro, quanto tale pratica fosse necessaria, a volte, per la sopravvivenza del paziente, Paré proclamava la sua immensa fiducia nella pratica chirurgica, in grado, oramai di «fornire i mezzi per imitare la natura e supplire alla mancanza dell'arto perduto» (Paré, 1564, p. 117). I tre modelli di protesi messi a punto da Paré – una gamba, una mano ed un braccio (figg. 2, 3 e 4) – rispondevano, peraltro, all'esigenza di favorire nel paziente il recupero «dei movimenti volontari, per quanto possibile» (ivi, 118).

Grande attenzione veniva dedicata anche agli aspetti operativi dell'intervento chirurgico di amputazione ed al successivo posizionamento della protesi. Pur essendo dedicate sostanzialmente ai militari feriti durante le battaglie, le pagine di Paré sugli arti artificiali appaiono estremamente attuali, anche dal punto di vista tecnico, perché si intravede uno dei primi tentativi di riprodurre persino le articolazioni delle dita attraverso un meccanismo attuatore.

La separazione epistemologica tra la figura del medico e quella del chirurgo, separazione che sarebbe in parte sopravvissuta anche nel tardo Cinquecento e che avrebbe continuato a sancire, di fatto, la superiorità del sapere medico teoretico su quello chirurgico, finì con l'oscurare lo studio di

Paré sulle protesi a vantaggio delle sue scoperte – che pure si collegavano direttamente alla realizzazione degli arti artificiali – sull'allacciatura dei vasi sanguigni al posto dell'antica pratica della cauterizzazione.

Più di cento anni dopo, seguendo la via indicata da Paré e sulla scia dell'entusiasmo suscitato tra il XVII e il XVIII secolo dai progressi nelle tecniche di amputazione (Catapano & Verkerke, 2012, p. 69), il chirurgo olandese Pierre Adriaanz Verduyn (1697) mise a punto una protesi per gli arti inferiori così avanzata da consentire al disabile, per la prima volta nella storia della medicina, i movimenti del ginocchio (fig. 5).

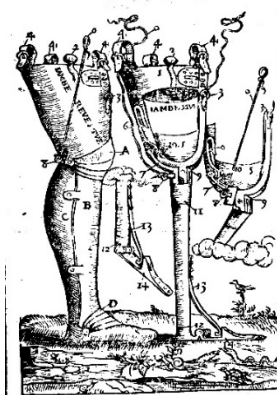


Fig. 2 – Gamba artificiale

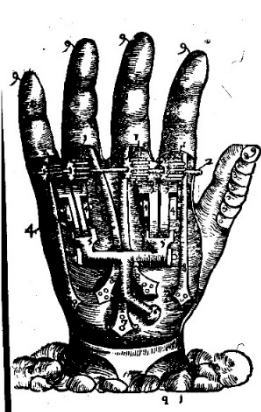


Fig. 3 – Mano artificiale

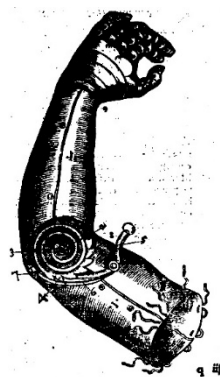


Fig. 4 – Braccio artificiale



Fig. 5 – Protesi di Verduyn



Occorre, infatti, attendere il XVIII secolo, il periodo in cui «la fiducia nelle macchine supera paradossalmente quella nell'uomo» (Marchis, 2005, p. 139), per assistere ad un rinnovato interesse verso le applicazioni tecnologiche alla disabilità, come testimoniato dalla crescente attenzione dei meccanici nei confronti dell'ammalato, sulla scia di quell'entusiasmo provocato dalla «educazione sanitaria popolare» (Cosmacini, 2006, p. 294) inaugurata nel 1761 dal medico svizzero Samuel A. Tissot.

La consapevolezza della tecnologia ebbe nel Settecento, tra le altre conseguenze, quella di ridisegnare l'idea stessa di uomo, sia in senso teoretico – come appare evidente nella metafora interpretativa della macchina –, sia in senso operativo, giacché il dilagare delle innovazioni tecnologiche nel mondo del lavoro e nelle attività quotidiane, finì con il produrre una serie di cambiamenti nelle abitudini dell'uomo “comune”.

Non suscita meraviglia, pertanto, scoprire nei sette volumi, pubblicati a partire dal 1735 e dedicati alle macchine approvate dall'Accademia parigina delle scienze, alcuni strumenti meccanici progettati per i disabili.

Tra questi, va menzionato, anzitutto, il letto per infermi (fig. 6), con la struttura a quattro colonne sulle quali poteva ruotare, per mezzo di un sistema di manovelle, il piano di appoggio: questo, abbassandosi ed alzandosi, facilitava la discesa e la risalita nel letto del paziente (Gallon, 1777, p. 121). Da ricordare, ancora, un bendaggio particolare, costituito da una placca con cinghie, per il contenimento delle ernie (ivi, p. 191), un letto militare, elaborazione di una tradizionale amaca, con l'aggiunta, però, di supporti (in modo da rendere superfluo l'utilizzo degli alberi) e di una tenda, in grado di proteggere dagli insetti e, infine, il ventilatore per rinnovare l'aria nelle stanze degli ammalati (ivi, p. 379).

Degno di nota era pure il braccio artificiale (fig. 7) presentato nel 1732 da Mathieu Kriegseisen, esperto nella costruzione di strumenti di precisione (Gallon, 1735, pp. 71-74). Composto da quattro elementi in rame e da tre giunti snodabili, per consentire il movimento delle dita, del polso e dell'avambraccio, tale protesi risultava preziosa nei casi di amputazione del braccio che non avessero superato, però, il gomito, giacché questo era essenziale per permettere il movimento attraverso un sistema di corde.

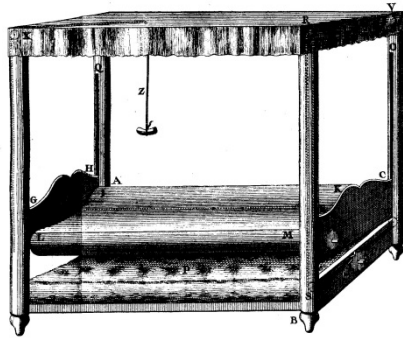


Fig. 6 – Letto per infermi

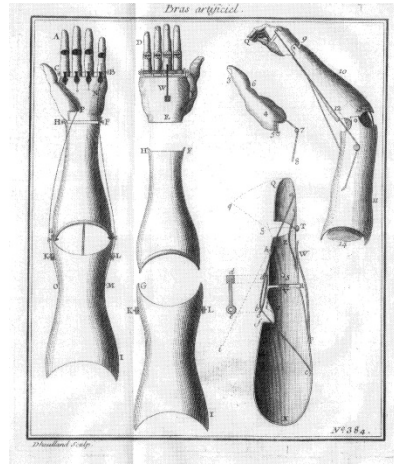


Fig. 7 – Braccio artificiale

In un periodo in cui la scienza e la tecnologia entravano a far parte dell'immaginario collettivo anche attraverso i voli delle mongolfiere, le Bottiglie di Leida o i fluidi mesmerici, il tentativo di *imitare* i fenomeni del vivente in un arto artificiale diventava un esempio paradigmatico delle tendenze settecentesche che avrebbero condotto alla nascita degli androidi. Eppure l'androide, inteso come rappresentazione del corpo umano e come tentativo di imitarne non soltanto le forme ma anche qualcuno dei movimenti o, addirittura, alcune funzioni vitali, finì con il "mostrare" a meccanici, ingegneri e scienziati la via maestra per estendere alla nascente fisiologia umana quei principi, oramai maturi, che avevano permesso l'applicazione dell'analisi matematica alla fisica newtoniana. Si trattava dei lavori che avevano dato vita alla meccanica razionale e che si sarebbero immediatamente confrontati con l'elemento caratteristico del tardo Settecento, la crescente "scientificizzazione" della tecnologia provocata, appunto, dalla diffusione massiccia delle macchine.

### 3. Il XIX secolo: l'artificiale anatomico

L'affermazione, nel XIX secolo, della fisiologia sperimentale fornì nuova linfa vitale al connubio tra medicina e tecnologia, soprattutto nel campo della strumentazione chirurgica dove, oltretutto, i rapidi progressi delle pur contestate metodologie vivisezionistiche richiedevano attrezzi sempre più precisi e adeguati. Superato definitivamente il *cliché* nel quale «il fabbro,

l'argentiere e il coltellinaio erano i maestri artigiani che costruivano gli arnesi usati da barbieri-chirurghi, dentisti e farmacisti» (Davis, 2013, p. 634), nell'Ottocento si moltiplicarono cataloghi e pubblicazioni scientifiche sulla tecnologia medica.

La Guerra di secessione americana, inoltre, produsse nella seconda parte dell'Ottocento una nuova emergenza nel campo delle protesi a causa dell'altissimo numero di combattenti che restarono mutilati: ne è testimonianza il notevole moltiplicarsi di brevetti che, a partire dal 1862 ed in pochissimi anni, apportarono una serie di novità nella costruzione di protesi.

Tra i brevetti, va menzionata senz'altro la "gamba anatomica" messa a punto dal medico e chirurgo Douglas Bly (1870), sulla strada indicata dal connazionale Benjamin Palmer nel 1846 (Yuan, pp. 71-88). La necessità di impiegare nella costruzione della protesi (fig. 8) materiali costosi come l'avorio, pur consentendo un notevole incremento della mobilità rispetto ai modelli precedenti, non garantì a Bly un immediato successo in termini di finanziamenti governativi.

L'importanza dei materiali e la ricerca di strutture sempre più adeguate a garantire un movimento quanto più naturale possibile, non era, del resto, una novità nelle tecniche di innesto di arti artificiali: già nel 1855 Henry Heather Bigg, esperto nella progettazione di strumenti ortopedici, aveva osservato come l'elasticità delle giunture ottenute tramite il processo di vulcanizzazione della gomma, al tempo diffusissimo, andava via via riducendosi con l'uso (Bigg, 1855, p. 23).

Il salto di qualità nella progettazione di protesi si verificò poco tempo dopo, con l'affermazione del principio in base al quale non soltanto i mutilati potevano essere oggetto di attenzioni da parte della tecnologia medica, ma anche – si legge nella presentazione curata dal

*Chicago Orthopedic Institute for the surgical and mechanical treatment of the deformities and deficiencies of the human body* – bambini e ragazzi affetti da «incipienti o consolidate deformità in diverse parti del corpo» (Chicago Orthopedic Institute, 1874, p. 1). Problemi di colonna vertebrale, di legamenti e di malformazioni ossee trovavano finalmente una soluzione definitiva grazie ad un affinamento di protesi sempre più specifiche e realizzate "su misura" (fig. 9).

Nella seconda metà dell'Ottocento, d'altra parte, si affermarono i principi di base della rieducazione posturale dell'individuo, a partire dalle ricerche pionieristiche del fisiologo ed esperto di fisica medica Adolf Eugen Fick il quale inaugurò la moderna interpretazione, in chiave chinesiológica ed energetica, dei movimenti muscolari.

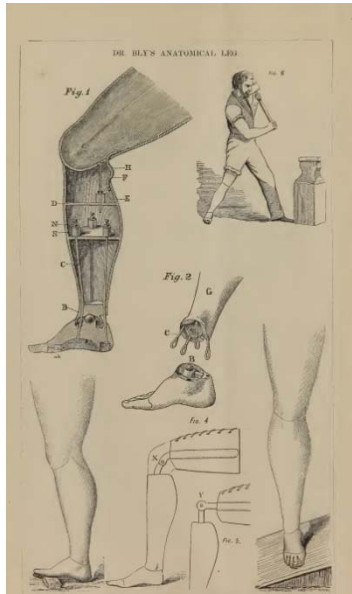


Fig. 8 – Gamba anatomica

Nel 1879, interrogandosi sulle diverse condizioni anatomiche e fisiologiche che garantivano l'equilibrio al corpo umano, Fick aveva dedotto la distinzione tra sincondriosi/amfiartrosi e artrosi/diartrosi nella struttura delle ossa. Alla prima categoria appartenevano le vertebre e le costole (sincondriosi) e le ossa del tarso e del carpo (amfiartrosi), accomunate dalla caratteristica di non mutare il loro rapporto reciproco tra superfici ossee, limitandosi a movimenti di flessione o torsione grazie alla elasticità delle cartilagini e dei legamenti. Tali strutture ossee mantenevano, dunque, un equilibrio stabile e tendevano a tornare nella posizione originaria non appena cessata la causa esterna che le aveva eventualmente spostate. Le superfici articolari della seconda categoria (artrosi e diartrosi) erano invece caratterizzate da rapporti reciproci mutevoli e da una condizione di equilibrio più precaria durante i movimenti: esse potevano mantenere qualsiasi posizione determinata da un agente esterno e soltanto un altro intervento esterno poteva riportarle in posizione originaria. Gli esempi più interessanti dal punto di vista del movimento erano costituiti dalle articolazioni del ginocchio e della gamba sul piede (Fick, 1879).



Fig. 9 – Protesi per malformazioni infantili

Sulla via che conduce alla progettazione novecentesca degli arti artificiali, si colloca anche il chirurgo Friedrich Trendelenburg che nel 1895 descrisse l'accorciamento della gamba in seguito ad una frattura del femore o ad una lussazione dell'anca. In caso di lussazione congenita dell'anca, osservava Trendelenburg, il paziente tendeva a inclinare le spalle dal lato lussato durante la deambulazione, mentre nella stazione eretta sul lato lussato (e, dunque, con l'arto sano sollevato), si osservava un abbassamento del bacino dal lato sano, mentre il tronco restava verticale e la linea delle spalle orizzontale (Trendelenburg, 1895). La ricerca del cosiddetto "segno di Trendelenburg", diventerà una costante negli esami della mobilità e della motilità nella clinica ortopedica contemporanea.

#### 4. Il XX secolo: disabilità o capacità residue?

Nel primo ventennio del Novecento, la Società A.A. Marks di New York pubblicò diverse edizioni del *Manual of Artificial Limbs*, nel quale,