

# ERGONOMIA DEL FITNESS E DELLO SPORT

*Convegno scientifico-sportivo di formazione e aggiornamento  
per medici, dirigenti sportivi, laureati in scienze motorie  
e istruttori afferenti a diverse discipline sportive*

*Direttore scientifico: Prof. Massimiliano Nosedà*



con il patrocinio di



**SOCIETA' ITALIANA DI MEDICINA FISICA E RIABILITATIVA  
FEDERAZIONE ITALIANA SCHERMA  
FEDERAZIONE ITALIANA SPORT INVERNALI  
FEDERAZIONE ITALIANA PESISTICA  
CONI LOMBARDIA  
COMITATO ITALIANO PARALIMPICO LOMBARDO**



## RELATORI

### **Prof. Massimiliano Noseda**

*Medico, specialista in medicina fisica e riabilitazione, specialista in igiene e medicina preventiva*

*Consulente medico per strutture sanitarie, palestre e società sportive*

*Professore a contratto per l'insegnamento "Medicina fisica e riabilitativa" presso il corso di laurea triennale in scienze motorie e per l'insegnamento "Trattamenti riabilitativi nelle disabilità" presso il corso di laurea magistrale in scienze e tecniche delle attività motorie preventive ed adattate dell'Università degli Studi di Brescia*

*Professore a contratto per l'insegnamento "Medicina fisica e riabilitativa" presso il corso di laurea in fisioterapia dell'Università degli Studi di Ferrara*

*Professore a contratto per l'insegnamento "Malattie dell'apparato locomotore" presso il corso di laurea per tecnici della prevenzione negli ambienti e nei luoghi di lavoro dell'Università degli Studi di Firenze, sede di Empoli*

### **Prof. Andrea Lupacchini**

*Architetto,*

*Ricercatore Professore Aggregato presso il Dipartimento di Progettazione e Costruzione dell'Ambiente della Facoltà di Architettura di Ascoli Piceno dell'Università degli Studi di Camerino*

## COMITATO D'ONORE

<b>Dott. Vincenzo Maria Saraceni</b>	Presidente Società Italiana di Medicina Fisica e Riabilitativa
<b>Ing. Pier Luigi Marzorati</b>	Presidente Comitato Regionale CONI Lombardia
<b>Flavio Roda</b>	Presidente Federazione Italiana Sport Invernali
<b>Antonio Urso</b>	Presidente Federazione Italiana Pesistica
<b>Pierangelo Santelli</b>	Presidente Comitato Regionale Lombardo CIP
<b>Gianfranco Magnini</b>	Presidente Comitato Regionale Lombardo FIS

## LETTERA DI INVITO

Il termine ergonomia deriva dalle parole greche “érgon” e “nomos” e significa letteralmente “governo o regola del lavoro”. Usato per la prima volta da Wojciech Jastrzębowski in un giornale polacco nel 1857, venne inteso inizialmente come “scienza dell’utilizzazione delle forze e delle capacità umane” finalizzata a **studiare e risolvere le problematiche** che vengono a crearsi nell’interazione tra uomo e ambiente in ambito lavorativo in modo da far rispettare in fase di produzione e progettazione una serie di norme in grado da una parte di **tutelare la salute** del lavoratore e dall’altra di **incrementare l’efficienza del sistema** uomo-macchina nel suo insieme.

Amalgamando sapientemente le competenze di molteplici discipline ( come ad esempio la fisica, la chimica, la conoscenza dei materiali, l’antropometria, la statistica e il marketing ), l’ergonomia ha in seguito rapidamente ampliato i suoi campi di applicazione a svariate attività umane **fornendo valide e pratiche soluzioni** in molteplici ambiti che spaziano dall’informatica, all’architettura e perfino allo sport.

Sebbene la sua applicabilità e utilità in quest’ultimo campo sia relativamente recente e comunque in continua fase di sviluppo, è bene che gli operatori sportivi inizino a **ragionare in modo ergonomico** e a **sviluppare competenze specifiche** al fine non solo di **raffinare il gesto sportivo** ma anche di **progettare e utilizzare al meglio sia gli attrezzi che gli spazi sportivi**. E’ proprio per questo motivo che grazie alla collaborazione del Prof. Lupacchini, noto architetto ed ergonomo, del CONI e di alcune federazioni sportive, ho pensato di organizzare una giornata di aggiornamento interdisciplinare sull’ergonomia del fitness e dello sport in modo da illustrare alcune possibili applicazioni pratiche che potranno **arricchire con nuove competenze** il bagaglio culturale di medici, tecnici e istruttori sportivi e **offrire loro nuovi spunti** per **programmare il lavoro coi propri atleti** in termini di **ottimizzazione della performance, riduzione della fatica e prevenzione degli infortuni**.

*Prof. Massimiliano Nosedà*

## PROGRAMMA SCIENTIFICO

### 08.45 Saluti di benvenuto

#### SESSIONE INTRODUTTIVA

##### 09.00 Ergonomia: what is it ?

*Prof. Andrea Lupacchini*

##### 09.45 Biomeccanica e cinesiologia del corpo umano: applicazioni alla danza moderna attraverso l'analisi di alcune sigle televisive degli anni Ottanta

*Prof. Massimiliano Nosedà*

#### SESSIONE ERGONOMIA E PRATICA SPORTIVA

##### 11.00 Ergonomia dello sport: progettare e scegliere l'attrezzatura sportiva

*Prof. Andrea Lupacchini*

##### 11.45 Allenarsi coi pesi: sistematica degli esercizi e considerazioni ergonomiche

*Prof. Massimiliano Nosedà*

#### SESSIONE SPORT E PROGETTAZIONE

##### 13.00 Progettare ambienti ergonomici in ambito sportivo

*Prof. Andrea Lupacchini*

##### 13.45 Ergonomia e disabilità

*Prof. Massimiliano Nosedà*

##### 14.30 Saluti finali e consegna attestati

#### Sponsor

Si ringrazia Biofutura Pharma S.p.A per la fornitura gratuita a tutti i partecipanti delle cartelle e del materiale congressuale su CD.

PROF. ANDREA LUPACCHINI

### Ergonomia: what is it ?

*“È molto più bello sapere qualcosa di tutto,  
che tutto di una cosa”*

Blaise Pascal

*“Più si riesce a guardare indietro più avanti si riesce a vedere”*

Winston Churchill

La parola ‘ergonomia’, derivante dal greco “*érgon*” (lavoro) e “*ńomos*” (regola, legge, governo), fu impiegata per la prima volta da Wojciech Jastrzebowski in un giornale polacco nel 1857. L’autore, volendo definire l’ergonomia come la scienza dell’utilizzazione delle forze e delle capacità umane, intitolò una delle sue opere *La sfida dell’ergonomia o scienza del lavoro basata su verità prese dalla scienza della natura*<sup>1</sup>.

La tecnologia e l’ergonomia hanno ricevuto importanti e decisivi impulsi evolutivi soprattutto durante i conflitti bellici (che potrebbero, al contrario, considerarsi fenomeni di grave involuzione). Infatti, nel corso della Seconda Guerra Mondiale, l’Ammiragliato Britannico commissionò a gruppi di lavoro, afferenti a diverse discipline, ricerche finalizzate all’ottimizzazione dei sistemi bellici in condizione di stress intenso. Dalle indagini condotte risultò chiaramente che, sebbene la macchina poteva considerarsi perfettamente efficiente, il rapporto che l’uomo aveva con essa poteva rendere non ottimale il risultato che ci si prefiggeva utilizzandola<sup>2</sup>. Lo sviluppo dell’ergonomia avvenne, perciò, in un campo interdisciplinare in cui imprescindibili fattori di fertilizzazione furono tecnica, strategia, funzionalità e lavoro in equipe, caratteristiche che, tuttora, ritroviamo nell’ergonomia contemporanea.

Lo psicologo gallese **F. H. Murrel**, nel 1949 riprese il termine ‘ergonomia’ per far riferimento ad un nuovo approccio nello studiare e risolvere i problemi che vengono a crearsi tra uomo e ambiente di lavoro. La sua volontà era di fornire nuove linee guida nel design di prodotti, servizi o ambienti tali da farli corrispondere maggiormente alle necessità dell’utente. Lo scopo dichiarato era quello di migliorare la sicurezza ed il mantenimento della salute; nella sua ottica sembra che la prestazione del prodotto sia una conseguenza più che un fine prioritario: «Fitting the job to the worker» era lo slogan proposto da

---

<sup>1</sup> Cfr. F. De Filippi, “Ergonomia, una storia antica”, in *Ergonomia*, n. 12, Maggio 1999, anno VII, p. 61.

<sup>2</sup> “L’ergonomia ha avuto un notevole incremento nel corso della II guerra mondiale per l’esigenza di avere la massima integrazione fra le possibilità fisiche dell’uomo e la tecnologia sofisticata delle apparecchiature militari. L’eventualità di errori umani doveva essere eliminata. Le attrezzature dovevano poter essere utilizzate al massimo della loro efficienza nelle circostanze più sfavorevoli. Solo in tempi più recenti, l’ergonomia ha dovuto tener conto degli aspetti fisiologici, psicologici ed antropometrici dei problemi di progettazione relativi ai vari tipi di ambienti di lavoro. Della massima importanza è stato comunque il consolidamento a livello scientifico del concetto basilare di considerare i fattori umani come elementi integranti del processo progettuale.” Da: J. Panero - M. Zelnik, *Spazi a misura d’uomo. Manuale delle misure utili alla progettazione* (a cura di) Enrico Bestini Malgarini, BE-MA Editrice, Milano 1998, p. 18-19.

Murrel. Mosso dall'interesse verso lo studio dei bisogni umani nell'ambiente di lavoro, egli, insieme ad altri ricercatori, fondò ad Oxford lo *Human Research Group*, un'equipe di cui facevano parte fisiologi, ingegneri, psicologi sperimentali ed esperti nella valutazione del lavoro.

Anche allo sguardo superficiale del profano appare evidente come i cambiamenti sociali e tecnologici, cominciati nell'immediato dopoguerra, abbiano creato le condizioni più feconde per l'evoluzione dell'ergonomia.

A testimonianza di ciò, vediamo come, dal '49 ad oggi, si siano costituiti molteplici ordini nazionali, come la Società Italiana di Ergonomia (S.I.E.) o la corrispondente associazione americana autodefinitasi *Human Factors Society*, riuniti sotto l'*International Ergonomics Association* (I.E.A.). Inoltre, sempre negli Stati Uniti, a conferma di una matrice tecnologica dell'ergonomia, ci si riferisce ad essa con la dizione *Human Engineering*.

Una caratteristica fondamentale, per così dire *genetica*, dell'ergonomia è stata ed è l'approccio poliedrico, interdisciplinare, la confluenza nel suo alveo di differenti ramificazioni dello scibile umano. Per questa ragione non sarebbe molto corretto riferirsi ad essa col nome di 'scienza'; i problemi relativi alla salute, al *wellness*, all'alta qualità prestazionale, all'usabilità nonché alla sicurezza, possono essere risolti mediante la corretta applicazione delle conoscenze già fruibili nelle discipline di base. Ed è solo per comodità che usiamo per essa il sostantivo 'disciplina'; in realtà l'ergonomia, da un punto di vista epistemologico, è un 'inter-disciplina'.

Non per nulla le definizioni che, nel tempo, sono state coniate per richiamarsi a tale disciplina confermano, o lasciano trasparire, la complessa personalità dell'ergonomia come scienza multifattoriale e della relazione. Annotiamo, dalla più recente alla più lontana, le seguenti caratterizzazioni tenendo presente che, come precisa il filosofo Emilio Garroni, "*le definizioni [vengono] dopo, e [sono] più simili a etichette da apporre su campi del sapere già costituiti*"<sup>3</sup>.

A San Diego nel luglio 2000, il Direttivo dell'*International Ergonomics Association* (IEA) approva tale determinazione:

"Ergonomics (or Human Factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of the interactions among human and other elements of a system, and the profession that applies theory, principles, data and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance"<sup>4</sup>.

Sullo stesso piano, ma sul versante italiano, il sito ufficiale della S.I.E. precisa:

---

<sup>3</sup> E. Garroni, *Senso e paradosso*, Laterza, Bari 1986, p. 15.

<sup>4</sup> "L'ergonomia è la disciplina scientifica interessata alla comprensione dell'interazione tra gli elementi di un sistema, umano o di altro tipo, e la funzione per cui viene progettato, nonché la teoria, i principi, dati e metodi che vengono applicati nella progettazione allo scopo di ottimizzare il benessere dell'uomo e l'insieme delle prestazioni del sistema. Fonte: <http://www.societadiergonomia.it/pagebase.asp?s=2> al 10/3/2008.

“L’Ergonomia (o scienza del Fattore Umano) ha come oggetto l’attività umana in relazione alle condizioni ambientali, strumentali e organizzative in cui si svolge. Il fine è l’adattamento di tali condizioni alle esigenze dell’uomo, in rapporto alle sue caratteristiche e alle sue attività. Nata per studiare e far rispettare nella progettazione una serie di norme che tutelano la vita del lavoratore e accrescono l’efficienza e l’affidabilità dei sistemi uomo-macchina, l’ergonomia ha allargato il proprio campo di applicazione in funzione dei cambiamenti che sono sopravvenuti nella domanda di salute e di benessere. L’obiettivo attuale è quello di contribuire alla progettazione di oggetti, servizi, ambienti di vita e di lavoro, perché rispettino i limiti dell’uomo e ne potenzino le capacità operative. L’ergonomia si alimenta delle acquisizioni scientifiche e tecnologiche che permettono di migliorare la qualità delle condizioni di vita, in tutte le attività del quotidiano”<sup>5</sup>.

Ancora, citando da Luigi Bandini-Buti<sup>6</sup>:

- 1988: *“L’applicazione delle conoscenze scientifiche relative all’uomo e necessarie per progettare utensili, macchine e dispositivi che possano essere utilizzati dal maggior numero di persone, con il massimo comfort, sicurezza ed efficacia (S.E.L.F.)”*.
- 1983: *“Studio del comportamento dell’uomo durante il lavoro (J. Grandjean)”*.
- 1983: *“Studio delle caratteristiche anatomiche, fisiologiche e psicologiche dell’individuo nel suo ambiente di lavoro, al fine di generare sicurezza, salute, comfort ed efficacia ai loro livelli ottimali (T.M. Fraser)”*.
- 1981: *“Insieme di studi e ricerche sull’organizzazione del lavoro e sull’attrezzatura del posto di lavoro in funzione delle possibilità dell’uomo (Larousse)”*.
- 1973: *“Studio scientifico del lavoro umano alienato (Cazamian)”*.
- 1971: *“Insieme delle conoscenze scientifiche relative all’uomo e necessarie per progettare gli attrezzi, le macchine e i dispositivi che possano essere utilizzati con il massimo comfort, di sicurezza e di efficacia (A. Wisner)”*.

Già nel 1970 la formulazione di **E. J. McCormick** - secondo cui occorre *“progettare il lavoro, l’abitazione, l’organizzazione in termini umani”*<sup>7</sup> - ben sintetizzava l’istanza progettuale dell’ergonomia. Nello stesso anno **C. P. Odescalchi**, insistendo più marcatamente sull’esigenza di porre alla base di essa una metodologia interdisciplinare, scriveva che l’ergonomia era *“una tecnica di procedure tra l’uomo, la macchina, l’ambiente, al fine di intercorrelarli in termini umani”*<sup>8</sup>.

Come si può notare, l’assunto di partenza di Murrel rimane il minimo comune denominatore delle suddette definizioni che, di certo, saranno soggette ad ulteriori, future modifiche, essendo l’ergonomia inestricabilmente connessa alle evoluzioni sia sociali che tecnologiche.

---

<sup>5</sup> *Ibidem*.

<sup>6</sup> Le definizioni riportate sono estratte da: L. Bandini-Buti, *Ergonomia e prodotto*, Il Sole 24 ore, Milano 2001, p. 3.

<sup>7</sup> L. Bandini-Buti, *Ergonomia e prodotto*, Il Sole 24 ore, Milano 2001, p. 2.

<sup>8</sup> *Ibidem*.

In questa disamina relativa alle definizioni, e per attingere ad una consapevolezza storica più profonda, non si può non ricordare che lo slogan vigente all'inizio del secolo era esattamente il contrario di quello murrelliano.

Secondo **Frederick Taylor**<sup>9</sup> (ed Henry Ford che ne impiegò ed integrò le idee), la teoria relativa alla direzione degli impianti industriali, si fondava, infatti, sul principio che dovesse essere l'uomo ad adattarsi al lavoro e non il contrario. Gli stadi del modello tayloriano erano l'analisi delle peculiarità della mansione da svolgere, la creazione di un prototipo di lavoratore adatto a quel tipo di mansione e, infine, la selezione del lavoratore ideale, al fine di formarlo e introdurlo nell'azienda. Non gli si richiedeva neanche di riflettere durante lo svolgimento del compito lavorativo perché ciò avrebbe rallentato le sue azioni<sup>10</sup>. Lo "*Scientific Management*" introdotto negli Stati Uniti si diffuse, poi, in tutto il mondo industrializzato richiamando l'attenzione di molti ideologi e filosofi ma anche di giornalisti e di scrittori. Uno di questi, Emilio Cecchi, sembrava non disdegnare questo tipo di sistematizzazione del lavoro; infatti, usando un'icastica similitudine, egli scrisse, in un libro-reportage pubblicato nel 1940:

"Non mi passa affatto pel capo che, a un operaio della Ford e consimili fabbriche, si chiegga di esplicare quel minimo talento creativo che sarà stato appannaggio anche del più rozzo ed ottuso garzone in una bottega del Rinascimento. E, tuttavia, la qualità del lavoro non appare talmente squallida e frantumata. Piuttosto che ai geometrici ed allucinativi automatismi di Clair e di Chaplin, si pensa alla ferratura e bardatura di un cavallo"<sup>11</sup>.

Molto più severo nel suo giudizio Jeremy Rifkin, autorevole e famoso economista statunitense, secondo il quale per Taylor:

"nessun aspetto del tempo del lavoratore doveva essere lasciato al caso o alla discrezione del lavoratore stesso. Al contrario, **il lavoratore** doveva essere posto sotto il completo controllo del manager. Privato della conoscenza e della competenza necessarie per organizzare da sé il proprio lavoro, **doveva diventare un automa, come le macchine che utilizzava**. [...]. Taylor divulgò l'idea di efficienza umana e trasformò i cittadini di un'intera nazione in macchine efficienti. Riuscì a velocizzare il ritmo dell'attività lavorativa nelle fabbriche, negli uffici e nelle imprese commerciali, **per adeguarlo a quello imposto dai macchinari** mossi dall'energia del petrolio e dalle tecnologie elettrificate [...]. Forse nessun altro individuo ha avuto un impatto tanto rilevante sulla

---

<sup>9</sup> Frederick Winslow Taylor (1856-1915) fu un ingegnere industriale statunitense ed iniziatore della ricerca sui metodi per il miglioramento dell'efficienza nella produzione. Il suo concetto guida era che, attraverso lo studio scientifico del lavoro e la cooperazione tra dirigenza e operai, sarebbe stato possibile un rapporto in cui ambo le parti avrebbero ottenuto vantaggi. Il suo metodo prevedeva lo studio accurato dei singoli movimenti del lavoratore per poter ottimizzare il tempo di lavoro. Per qualsiasi operazione egli presupponeva un unico modo perfetto ("*one best way*") per compierla. Ricordiamo *en passant* i gesti ripetitivi, i ritmi allucinati e spersonalizzanti della catena di montaggio che minano la ragione del povero *Charlot*, operaio meccanico, nel film capolavoro di Charlie Chaplin "*Tempi moderni*" (1936). Limpida trasposizione del periodo che la società americana stava attraversando.

<sup>10</sup> Cfr. D. A. Norman, *Il computer invisibile. La tecnologia migliore è quella che non si vede*, APOGEO, Milano 2000, p. 153.

<sup>11</sup> E. Cecchi, *America Amara*, F. Muzzo, Padova 1995, p. 28. Emilio Cecchi (1884-1966), che fu critico letterario e storico della letteratura, scrisse anche saggi critici sull'arte che ebbero notevole influenza sulle riflessioni successive al dopoguerra.

**razionalizzazione del comportamento umano e sul suo conformarsi ai dettami della nuova cultura della produzione<sup>12</sup>.**

A questo punto è opportuno sottolineare come, sin dagli inizi, l'ergonomia si sia consapevolmente collocata agli antipodi dell'organizzazione scientifica del lavoro; portavoce della necessità di un'organizzazione umana, essa ha sempre affermato l'importanza di attribuire all'uomo maggiore rilevanza rispetto alla macchina, subordinata, invece, alle sue esigenze.

Come in tutti gli altri contesti nazionali, la ricerca ergonomica in Italia si è mossa e modificata nella direzione parallela ai cambiamenti della società occorsi nel tempo. In coincidenza della costituzione, a Stoccolma, della I.E.A., nascerà nel 1961 la *Società Italiana di Ergonomia*; cinque anni più tardi un gruppo di ricercatori milanesi, daranno vita all'*Associazione Ergonomia Italiana*. Le due associazioni si unirono nel 1968 a Milano dando luogo all'attuale *Società Italiana di Ergonomia*.

Per tutto l'arco degli anni '60 si parlerà di ergonomia, benchè le argomentazioni non abbiano carattere strutturato.

L'ergonomia fu soggetta per anni a persistenti critiche, non ultima quella di non avere un carattere distintivo e autonomo di disciplina a sé stante; essendo il frutto della confluenza di molteplici discipline, al contrario riconoscibili e riconosciute come tali, trovava nella sua interdisciplinarietà il proprio limite, tale da renderla, agli occhi della comunità scientifica, priva di *profondità* e di personalità propria.

Constatiamo, infatti, come nell'*Enciclopedia Garzanti*, edita nel 1976, non sia affatto presente la voce 'Ergonomia' e come, solo in anni recenti, questo vocabolo sia stato inserito nei data-base dei programmi informatici di videoscrittura.

Fortunatamente, l'atteggiamento critico è stato superato, e proprio il carattere interdisciplinare dell'ergonomia, limite fino a ieri, oggi è divenuto punto di forza e base per il riconoscimento dell'autonomia della materia.

Dovremmo far nostre e riuscire ad estendere a livello macroscopico le implicazioni della lezione, paradossale e contro-intuitiva, che la fisica quantistica ci impartisce al giorno d'oggi; e cioè che la compattezza della materia in realtà non esiste di per sé ma solo in quanto frutto di interrelazioni energetiche. Sono le relazioni ad essere fondamentali. Secondo noi la vita più interessante e proficua della cultura si svolge alle frontiere dei suoi singoli campi e non quando questi si chiudono in sé stessi, nella loro specificità.

Ci piace concludere questa digressione con la morale racchiusa in una simpatica storiella del misticismo sufi, quella dei tre ciechi e dell'elefante; si tratta di un apologo che sottolinea quanto sia arduo comprendere l'intero esaminando solamente le parti di cui esso è costituito. In sintesi: tre ciechi analizzano a turno un elefante cercando di capire come sia fatta questa cosa enorme e pesante. Uno, toccando l'orecchio, conclude che l'elefante è piatto e largo come un tappeto; un altro, toccando la proboscide, arriva alla conclusione che si tratta di una grossa conduttura vivente, magari un serpente; il terzo infine, tocca le zampe e capisce che si tratta, senza alcun dubbio, di un gruppo di pilastri.

---

<sup>12</sup> J. Rifkin, *Economia all'idrogeno*, Oscar Mondadori, Milano 2003, pp. 104-105. Il grassetto è nostro.

### **- Gli anni '70: l'ergonomia nell'industria**

Per tutto questo decennio, nonostante le dichiarazioni di intento programmatico, l'ergonomia non è potuta andare oltre gli interventi di correzione, intendendo con questi le modifiche apportate a condizioni operative o caratteristiche strutturali di un prodotto o di un sistema determinate in precedenza. All'inizio degli anni '70, le attenzioni, finalizzate alla conoscenza delle condizioni lavorative in ambienti considerati ad alto rischio e tese all'elaborazione di metodi di valutazione del pericolo, erano rivolte soprattutto ad ambienti, come miniere ed industrie siderurgiche, che ponevano problemi misurabili con gli inoppugnabili criteri dell'incidenza e gravità degli infortuni. Tali ricerche - alcune delle quali vennero finanziate dalla Comunità Europea del Carbone e dell'Acciaio - anche se non indagavano nel dettaglio quelle condizioni predisponenti allo stress cronico, comunque colmavano in parte ciò che la medicina del lavoro non aveva ancora analizzato, come la postura in relazione agli strumenti, il costo psicofisico richiesto dalle singole operazioni e la quantificazione degli stress termici.

Da questo orientamento pratico l'ergonomia ha acquisito una formidabile competenza circa la correzione di situazioni di lavoro e di macchine all'origine di malattie e infortuni. Tale esperienza si è, poi, cementata in norme e in una cultura dell'intervento di bonifica.

Fondamentale fu la legge del 20 maggio 1970, meglio nota come *Statuto dei lavoratori*, con cui venivano garantiti i diritti sindacali, previdenziale e di integrità della salute. Altrettanto importante, venne riconosciuto il diritto al controllo delle condizioni di lavoro anche tramite esperti. All'articolo 9 leggiamo, infatti, che i lavoratori: *"hanno il diritto di controllare l'applicazione delle norme per la prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali e di promuovere la ricerca, l'elaborazione e l'attuazione di tutte le misure idonee a tutelare la loro salute e la loro integrità fisica"*<sup>13</sup>.

Prima della promulgazione di tale legge gli imprenditori non erano tenuti a promuovere, per migliorarlo, il cambiamento dell'ambiente di lavoro e ricorrevano, per incentivare i lavoratori interessati, alle indennità di rischio che rappresentavano, a tutti gli effetti, una monetizzazione del pericolo. C'è da dire che l'Italia, rispetto agli altri paesi europei, ebbe un certo primato relativo allo studio delle problematiche dell'ambiente lavorativo. Ciò è correlabile, al generale miglioramento delle condizioni economiche del paese che non rendeva agevole reperire manodopera disposta a lavorare in condizioni di rischio. Francia, Germania ed Inghilterra, al contrario, potevano attingere ad una riserva di manodopera straniera che rendeva procrastinabile il rinnovamento delle attività più insidiose.

Abbiamo poi assistito ad un ampliamento dell'attenzione degli ergonomi che si rivolgeva, stavolta, a problemi ambientali come il rumore e l'inquinamento. Il campo dell'industria tipografica è un esempio calzante che mostra la complessità degli interventi ergonomici di correzione e dei mezzi atti all'analisi del posto di lavoro, nonché della metodologia usata per verificare l'avvenuta bonifica dell'ambiente. I problemi precipui di tale settore erano quelli dell'inquinamento acustico e da materiale. Lo scopo di produrre il maggior numero possibile di copie, in virtù delle capacità di prestazione della macchina virtualmente in grado di lavorare ad alti regimi, veniva mancato perché il lavoratore era sottoposto ad uno stress da inquinamento talmente elevato che l'unico mezzo per migliorare le sue condizioni era quello di abbassare la velocità delle apparecchiature. Fu in questo, come in altri casi, proprio l'approccio interdisciplinare dell'ergonomia a render possibile l'ottimizzazione del rapporto uomo-macchina.

---

<sup>13</sup> Legge 300/70

### **- Gli anni '80/'90: l'ergonomia nel terziario**

In questo periodo, estendibile fino ai nostri giorni, l'ergonomia ha dovuto prendere in considerazione, parallelamente all'informatizzazione del paese, il settore terziario e le problematiche relative al lavoro d'ufficio. Il numero degli addetti in questo settore, infatti, è enormemente aumentato, anche in corrispondenza della diminuzione dei lavoratori nell'industria, nella quale la necessità di fatica umana veniva riducendosi in virtù della diffusione di nuove tecnologie. L'approccio ergonomico, nell'ufficio informatizzato, si focalizza in particolare sullo stress visivo, mentale e posturale.

### **- Gli anni '90: l'ergonomia nel progetto**

Importante sottolineare come si sia giunti, in questo periodo, ad una presa di coscienza sempre più nitida della necessità di sostituire gli interventi di correzione (costosi e comunque inevitabilmente tardivi per i danni già sopraggiunti) con interventi previsionali da effettuare in sede di progetto. L'ergonomo, tenuto come riserva nell'ambito della cultura di bonifica, entra ora in gioco, non solo nel ruolo dell'analista, ma anche in quello della progettazione, da quella inerente gli edifici a quella dei software. All'inizio l'interesse verso gli ergonomi, da parte dei produttori e dei designer, fu motivato dagli effettivi apporti che l'ergonomia poteva fornire relativamente all'antropometria; ciò in un primo momento diede vita ad una visione riduttiva e che non rendeva giustizia al lavoro dell'ergonomo. Visione che oggi si è allargata constatando l'importanza di un coinvolgimento sempre maggiore di tale (*inter*)disciplina in tutte le fasi progettuali. Finalmente l'ergonomo, presidiando e coltivando territori di confine, svolge la funzione di intermediario tra progetto e utilizzatore di un sistema.

Un ulteriore testimonianza di ciò è la promulgazione del D.Lgs. 626/94: per la prima volta in una legislazione italiana si fa esplicito riferimento alla parola 'ergonomia'. Inoltre, a conferma e giustificazione della mutazione di visione dell'importanza del ruolo dell'ergonomo c'è il fatto che, nell'ultimo decennio del XX secolo, si è diffusa una concezione più estesa del termine 'lavoro' per la quale si è cominciato a far riferimento a tutte le attività umane: non solo a quelle professionali, ma anche a quelle relative al tempo libero e alla vita domestica.

*“L'esperto è una persona che ha fatto,  
in un campo molto ristretto, tutti i possibili errori”*

Niels Bohr

*“Un esperto è un uomo che ha smesso di pensare.  
Perché dovrebbe pensare? E' un esperto”*

Frank Lloyd Wright

Si potrebbe sostenere che l'ergonomia è un nome moderno per un'attività che è sempre stata praticata almeno dai tempi in cui l'uomo è entrato in possesso di un pollice opponibile. Già prima dell'età del

ferro, l'uomo ha sempre frequentato la scuola di «**ergonomia spontanea**», inventando e realizzando utensili perfettamente adatti all'uso che egli ne faceva. 'Perfettamente', nel senso che la loro ideazione e concretizzazione erano effettuate *al meglio* delle capacità e delle disponibilità del momento. I suoi strumenti erano a tutti gli effetti strumenti ergonomici in quanto tagliati per la mano dell'utilizzatore, finalizzati per compiere un lavoro specifico. Non solo: in essi confluiva una tradizione di esperienze collettive e personali; indubbiamente si può affermare che, *"ancora prima che venisse usato il termine design per definire una produzione giusta per oggetti che rispondono a funzioni necessarie, tali oggetti erano già in produzione e si continuano a produrre, e ogni volta vengono migliorati secondo i materiali e le tecnologie usati"*<sup>14</sup>.

La constatazione che l'ergonomia sia sempre stata praticata non deve costituire una giustificazione per quanti siano tentati di ridimensionarne l'importanza sconsacrando del suo status di (multi)disciplina *scientifica e necessaria*. L'*homo faber*<sup>15</sup> di un tempo produceva utensili per se stesso e riassumeva nella sua persona il sapere necessario per dare materia alle sue idee; l'uomo antico, scrive icasticamente Bandini-Buti, *"non ha certo bisogno dell'ergonomia perché l'interdisciplinarietà è in lui"*<sup>16</sup>. Nel processo che da un'idea, attraverso l'azione<sup>17</sup> diretta, giungeva all'utilizzo di un'opera non c'era soluzione di continuità o suddivisione in fasi e l'*homo faber* si assumeva tutta la responsabilità di questa sintesi. Tale discorso non perde pregnanza anche quando cominciarono ad apparire le prime figure specializzate come il falegname e il fabbro: la relazione tra chi produceva e chi utilizzava sarebbe rimasta ancora a lungo molto stretta. L'uomo moderno, invece, è costretto ad affidare ad una pluralità di specialisti la realizzazione delle proprie esigenze perché egli non possiede la *summa* di conoscenze che, per quanto limitate in confronto a quelle di oggi, erano proprie dell'*homo faber*. Inoltre il contesto sociale di una città di oggi è profondamente diverso da quello presente nelle comunità antiche. Per questi motivi, nell'evoluzione del concetto di progetto, si è arrivati adesso alla necessità di creare non tanto un *oggetto* bensì **metodologie funzionali all'approfondimento dell'indagine sull'uomo**; l'essere umano nella sua attualità, con le sue caratteristiche, i suoi bisogni, le sue abitudini. Tale è **l'umanesimo dell'ergonomia**.

Pensando a **Leonardo da Vinci** o a **Pico della Mirandola**, ci si rende conto come, nel Rinascimento, fosse possibile incontrare personalità eclettiche, il cui genio consentiva di poter spaziare, con disinvoltura, nei molteplici campi della conoscenza. Come si è detto, tutto ciò al giorno d'oggi è impensabile. L'ergonomia è una scienza interdisciplinare, una materia che si nutre di indagini trasversali, ed anche qui, come è stato per esempio nella medicina, l'arricchimento delle conoscenze e la fecondità dei territori esplorati, rende necessaria la sua suddivisione in specializzazioni. Tra queste evidenziamo:

**Ergonomia cognitiva.** Dagli anni '70 in poi, conseguentemente all'incremento delle interfacce informatiche, è nata la necessità di studiare il rapporto uomo-computer. Da qui le radici dell'ergonomia cognitiva (o psicologica) legate a due serie di fattori: l'evoluzione del mondo del lavoro da una parte, e lo sviluppo della psicologia scientifica dall'altra. Il suo oggetto privilegiato di indagine è il miglioramento dell'interazione tra sistema cognitivo umano e gli strumenti deputati all'elaborazione dell'informazione.

---

<sup>14</sup> B. Munari, *Da cosa nasce cosa*, Laterza, Bari 1994, p. 109.

<sup>15</sup> Cfr. 11.1.

<sup>16</sup> L. Bandini-Buti, *Ergonomia e prodotto*, Il Sole 24 ore, Milano 2001, p. 14.

<sup>17</sup> Annotiamo che il termine tedesco per 'azione', *handlung*, contiene la parola *hand*: 'mano'. Riferendosi all'uomo contemporaneo, Vilém Flusser, originale studioso di design e comunicazione, scrive: *"L'unica cosa che gli rimane delle mani sono le punte delle dita, che usa per premere i tasti e giocare così con i simboli"*. V. Flusser, *Filosofia del design*, Bruno Mondadori, Paravia 2003, p. 97.

**Ergonomia fisica.** Si interessa dei movimenti, delle posture e delle forze del corpo e, più in generale, dell'impatto specificamente fisico, che oggetti e macchinari hanno sul corpo umano.

**Ergonomia sensoriale.** Si occupa della pertinenza tra le caratteristiche sensoriali (visive, acustiche, olfattive, tattili, termiche, cinestesiche) e gli stimoli provenienti dall'ambiente.

**Ergonomia di informazione.** E' finalizzata all'elaborazione progettuale e al miglioramento dei dispositivi di segnalazione e di comando, con particolare riferimento a quei casi in cui è necessaria un'informazione immediata.

**Ergonomia di processo.** Precipuamente interessata alle modalità con cui viene nel concreto organizzato il lavoro. Attraverso l'analisi dei momenti del processo produttivo mira all'ottimizzazione del comportamento operativo dell'addetto al lavoro.

**Ergonomia relazionale.** Approccio dell'ergonomia proposto nel 1992 il cui presupposto è che il benessere fisico dell'uomo è imprescindibile da quello psicologico. Poiché quest'ultimo è in gran parte dipendente dal contesto ambientale e relazionale in cui una persona è inserita, il prodotto, per essere ergonomico, oltre a soddisfare esigenze antropometriche e biomeccaniche, deve essere funzionale a bisogni psicologici. Il concetto di comfort, dunque, viene ridefinito nel contesto più ampio di un'integrazione tra corpo e psiche.

**Ergonomia dei sistemi.** Disciplina che focalizza il proprio contenuto nello studio delle differenti parti di un processo lavorativo il quale, concepito come sistema, ha una suddivisione in sottoinsiemi. La diagnosi ergonomica scopre spesso che i problemi insorgono non nella singola fase del processo ma nei punti di contatto tra i diversi sottoinsiemi

**Ergonomia del software.** E' coinvolta nello studio e nell'approfondimento del comportamento cognitivo umano che entra in causa ogni qualvolta sia richiesta un'interazione con macchine a base informatica.

Thomas S. Ashton, uno dei più importanti studiosi della Rivoluzione Industriale, ha espresso una considerazione degna di attenzione relazionando le categorie della specializzazione e dell'invenzione. Egli scrisse:

Le invenzioni compaiono in ogni fase della storia umana, ma è raro che fioriscano in una comunità di semplici contadini o di puri manovali: solo quando la divisione del lavoro si è sviluppata al punto che gli uomini si dedicano a un unico prodotto o processo di lavorazione, solo allora i tempi diventano maturi. Tale divisione esisteva già all'inizio del sec. XVIII e la rivoluzione industriale fu parte causa e in parte effetto di una accentuazione ed estensione del principio della specializzazione<sup>18</sup>.

*"Ai progettisti di tutto il mondo, una sfida: rendere superflui i cartelli!"*

Donald. A. Norman

---

<sup>18</sup> Citato da R. De Fusco, *Storia del design*, Laterza, Bari 1993 p. 17-18.

Si deve, in origine, allo psicologo statunitense **James Gibson** l'introduzione del concetto di *affordance*<sup>19</sup>: egli lo intendeva pressoché come sinonimo sostitutivo del termine 'valore'. Da ciò derivava una certa confusione conseguente la carica eccessiva di connotazioni filosofiche di cui tale parola era portatrice. L'*affordance* era l'insieme delle proprietà, buone o cattive, che gli oggetti mostravano all'osservatore. Gibson rifiuta la teoria cognitivista dell'elaborazione delle informazioni: quest'ultime si possono cogliere direttamente perché già presenti negli stimoli. Egli intende, dunque, per *affordance* ciò che l'ambiente offre e consente all'animale o, meglio, come qualcosa riferibile sia all'ambiente che all'animale, essendo queste due entità complementari.

Riutilizzata da Donald Norman, nell'ambito del design, ma partendo da altre posizioni teoriche, l'*affordance* è intesa in modo specifico come proprietà della relazione fra utente e artefatto: definisce, in sostanza, ciò che è possibile fare con un certo oggetto. E' una proprietà reale, od anche percepita solo come tale, che un prodotto possiede e che lo rende auto-esplicativo. Quando tale caratteristica, detta anche *invito all'uso*, viene consapevolmente sfruttata, l'utente è, come abbiamo detto<sup>20</sup>, inconsapevolmente indotto al giusto utilizzo. Un esempio può essere la maniglia antipanico collocata sulle uscite di sicurezza. E' cosa ben nota che gli utenti di videoregistratori e di computer non sfruttano tutte le potenzialità del sistema, ma utilizzano solamente una parte di funzioni: quelle, appunto, di cui percepiscono l'*affordance*.

Inoltre, il concetto di *affordance* ha probabilmente rapporti con i processi percettivi. Nella percezione è forse distinguibile un **processo primario**, pre-attentivo, dove lo stimolo viene elaborato rapidamente per costruire gli oggetti fenomenici; questi vengono poi trasmessi ad **processo secondario** che provvede ad inserirli in una categoria e ad interpretarli.

Gli studi sulla percezione visiva concordano, infatti, nell'affermare l'esistenza di sistemi specializzati ad analizzare le varie caratteristiche presenti nell'informazione. Per tale motivo, trattando di percezione visiva, la tendenza è quella di considerare separatamente i processi relativi alla percezione della forma, del movimento, del colore e dello spazio, pur essendo la percezione un sistema integrato di tutte queste informazioni.

L'identificazione di uno stimolo visivo implica, quindi, due diverse fasi di elaborazione. Nello stadio primario avviene la **descrizione strutturale** dello stimolo sensoriale, in generale l'analisi della forma che coinvolge il sistema sensoriale (in questo caso visivo) ed indipendentemente dal significato dell'oggetto. Queste operazioni primarie vennero studiate a fondo nei primi decenni del Novecento dai teorici della **Gestalt**<sup>21</sup>. Nel secondo stadio, invece, lo stimolo viene riconosciuto attraverso un confronto (il *matching*) del risultato di tale descrizione (riducibile alla distinzione tra figura e sfondo) con le tracce memorizzate dello stesso oggetto o di oggetti analoghi. L'informazione visiva passa attraverso questi due processi, di descrizione e confronto.

La domanda, tuttora aperta, è se l'*affordance* riguardi già il processo pre-attentivo o se invece dipenda dall'attribuzione di significato del processo secondario.

---

<sup>19</sup> Questo neologismo come abbiamo visto può tradursi con "autorizzazione". Cfr. 1.2.

<sup>20</sup> Cfr. 1.3.

<sup>21</sup> Le illusioni di percezione, insieme ad altri fenomeni visivi, hanno portato gli psicologi della *Gestalt* (in tedesco 'forma') a ritenere che tutto il pensiero sia fondato sulla base della percezione e che, sostanzialmente, non esiste differenza tra visione e pensiero: nella percezione si palesano principi strutturali che hanno una valenza significativa ed estendibile sul modo in cui funziona la mente. Cfr. cap. 9.

In ogni caso, se un oggetto possiede la qualità dell'*affordance* la sola percezione di esso richiama intuitivamente all'utente l'azione idonea per usarlo, riducendogli il carico mnestico. Il principio importante di cui tener conto è che quanto più è laborioso il passaggio compiuto per coprire la distanza cognitiva tra il percepire e l'agire, tanto meno un oggetto è stato progettato in funzione ergonometrica. Ne risulta che, nel dare forma e sostanza ad un'idea, il comportamento umano è un fattore fondante per un "buon design". Possiamo distinguere tre tipi di *affordance*:

*Reale*: riguardante tutte le operazioni che un oggetto permette di compiere.

*Percepita*: inerente le operazioni che il soggetto percepisce come consentite.

*Esperita*: connessa alle operazioni che l'utente ha effettivamente compiuto con l'oggetto.

Nell'artefatto ben progettato la distanza tra *affordance* reale e *affordance* percepita risulta minima.

**Ernst Gombrich** parlando di percezione dice qualcosa di molto interessante e che possiamo far confluire nel concetto di *affordance*. Egli, riferendosi in particolare alle condizioni dell'illusione nelle rappresentazioni pittoriche, afferma:

"Una volta che una proiezione, un'interpretazione, è riuscita a saldarsi all'immagine che ha di fronte diventa molto più difficile separarla da essa. E' un'esperienza frequente nell'interpretazione degli indovinelli figurati. Una volta risolti, è difficile, per non dire impossibile, ritrovare l'impressione che suscitavano in noi quando ancora ne stavamo cercando la soluzione. L'eventualità che ogni riconoscimento di immagini sia connesso a proiezioni trova conforto nei risultati di esperimenti recenti. E' stato provato che se si mostra a un soggetto l'immagine di una mano che indica o di una freccia, il soggetto tende a spostarne leggermente la posizione nella direzione del movimento. Senza questa nostra tendenza a vedere il movimento potenziale sotto forma di anticipazione, gli artisti non avrebbero mai potuto creare la suggestione del moto in immagini statiche."<sup>22</sup>

Ritroviamo il concetto di *affordance* in numerosi contesti. In ambito informatico le sue applicazioni sono molto diffuse: nei motori di ricerca, per esempio, i *form* (i campi cioè in cui è possibile scrivere) invitano l'utente a riempirli con il testo e ciò che appare in rilievo suggerisce di cliccarci sopra. Tali inviti, quando standardizzati, diventano ancor più efficaci; del resto basterebbe confrontare la qualità percettiva delle vecchie interfacce a caratteri, come il *Dos*, con le attuali interfacce grafiche, come *Windows*, per rendersi immediatamente conto del valore per l'utente dell'*affordance*.

*"Ciò che contraddistingue le menti veramente originali non è l'essere i primi a vedere qualcosa di nuovo, ma il vedere come nuovo ciò che è vecchio, conosciuto da sempre, visto e trascurato da tutti"*

Friedrich W. Nietzsche

---

<sup>22</sup> E. Gombrich, *Arte e illusione. Studio sulla psicologia della rappresentazione pittorica*, Leonardo Arte, Milano 2002, p. 208-209.

*Mapping* (dall'inglese “*map*”, mappa) è invece il termine che si usa per indicare il rapporto tra due o più cose, ad esempio fra i comandi, il loro azionamento ed i risultati che ne derivano. Fondamentalmente un *mapping* è costituito da vincoli logici indicanti un rapporto logico-spaziale o funzionale dei componenti con le cose che da quei componenti dipendono.

Esso è la migliore rappresentazione (fisica, spaziale, cognitiva) finalizzata all'ottenimento da parte dell'utente di un esito atteso; in altre parole il *mapping* è “*l'insieme di correlazioni logico-spaziali fra quello che si vuol fare e ciò che appare fattibile*”<sup>23</sup>.

Tanto migliore sarà il *mapping* descritto dalla relazione oggetto-elemento-sistema quanto migliore sarà il risultato dell'azione eseguita. Tale principio, all'interno di un progetto centrato sull'utente, è di primaria importanza tanto che il progettista ergonomo ricerca il più possibile il miglior *mapping*, tenendo sempre ben presente il *mapping* naturale.

Un ***mapping* naturale** indica che la relazione tra gli elementi sfrutta **analogie** fisiche, cognitive o modelli culturali conducendo l'utente alla comprensione immediata. Per facilitare la comprensione di un sistema è dunque necessario sfruttare il *mapping* naturale, ovvero la correlazione naturale che esiste tra due cose, tra causa ed effetto, tra i comandi, il loro azionamento e gli effetti: un esempio di *mapping* naturale è la manipolazione diretta degli oggetti come la maniglia di una porta o l'anello di una tazzina da caffè. Per esempio, se tiene conto dell'analogia spaziale, il progettista di una leva che aziona lo spostamento di un oggetto disegnerà un comando che si muove verso l'alto per ottenere l'effetto di alzare qualcosa; o ancora, per attivare una sequenza di luci su un pannello, basterà disporre gli interruttori nello stesso ordine.

Le tecniche di *mapping* consentono all'utente di non essere costretto a ricordare il modo di utilizzare gli oggetti o a descrivere le azioni da eseguire. Nell'utilizzo di un personal computer, per esempio, egli sposta un file, direttamente e con semplicità come farebbe nel mondo reale, dalla scrivania virtuale del suo computer al cestino. Oppure pensiamo all'icona dello zoom: l'immagine ha la stessa forma di una lente di ingrandimento reale rendendo così auto-esplicativo il comando.

I problemi inerenti il *mapping* sono molteplici e rappresentano una delle principali cause delle difficoltà che incontriamo con gli oggetti. La capacità di memorizzare dell'uomo normodotato è molto efficiente, tuttavia, quando il carico cognitivo richiesto al soggetto dal compito che deve eseguire è pesante, aumentano gli errori che si possono commettere, specialmente in presenza di una situazione ansiogena o di una parziale perdita di lucidità. Nelle situazioni di sovraccarico cognitivo può essere molto utile, poter delegare ad un sistema esterno parte delle informazioni necessarie allo svolgimento del compito: è vero che il comportamento del soggetto è sempre in rapporto alle sue risorse cognitive, ma è altrettanto vero che esso è influenzato dal mondo esterno e, dunque, dagli oggetti e dai vincoli che questi pongono al loro uso.

Ad esemplificazione di questo assunto raccontiamo un aneddoto indirettamente relativo alla storia personale di chi scrive. L'architetto Fabrizio Cocchia si recò negli anni '90 nel Mali, paese dal ricchissimo patrimonio culturale, per dirigere un centro di formazione, finanziato dalla Comunità Europea,

---

<sup>23</sup> D. A. Norman, *La caffettiera del masochista*, Giunti, Milano 1997, p. 12.

finalizzato al recupero delle tecnologie costruttive autoctone ormai quasi dimenticate. Qui vi permase per tre anni. Nel dover insegnare agli operai del luogo la modalità di costruzione di una cupola, esordì la sua prima lezione, forte del suo retaggio accademico, disegnando la pianta di una cupola e tracciando sulla lavagna le relative proiezioni ortogonali. Un fatto inaspettato, tuttavia, colpì ben presto la coscienza di ciò che egli riteneva ovvio: il suo auditorio non riusciva affatto a cogliere il significato di quei segni scritti sulla lavagna! Gli operai autoctoni non potevano in alcun modo *leggere* l'ambiente attraverso la codificazione in pianta, cosa invece per noi ormai naturale e scontata, avendo assimilato da molto tempo il metodo di rappresentazione in piano di un oggetto a due o tre dimensioni<sup>24</sup>. Consapevole che la reazione suscitata tra gli operai era il risultato di un condizionamento culturale, il professore europeo cambiò le modalità di espressione. In quella cultura, infatti, il canale di trasmissione della conoscenza concettuale avviene attraverso l'oralità e la manualità. Riuscì, perciò, a far lezione impartendo un *iter* formativo molto più fruttuoso: modellò fisicamente, con piccoli mattoni, legno, carta ecc., ciò che voleva comunicare<sup>25</sup>.

Questo ad ulteriore testimonianza di come la percezione sia legata al *mapping* mentale.

Senza esserne consapevoli, noi interpretiamo continuamente la realtà con la nostra personale *mappatura* mentale.

La nostra stessa percezione visiva è, in realtà, un'interpretazione e la differenza tra il mondo e l'esperienza che ne facciamo è irriducibile. Più sopra avevamo chiamato in causa l'epistemologia kantiana, ma sarebbe sufficiente considerare come il modo di vedere e la qualità della nostra visione possano essere totalmente differenti dalla percezione visiva di altre specie animali. Oltre che a livello di specie, anche individualmente, a causa di vincoli neurologici e socio-culturali, la nostra mente partorisce una rappresentazione del mondo in cui vive creando una mappa relativa a ciò che crediamo sia la realtà. Aiutando ad orientare il nostro comportamento, questa mappa interna, proprio come una mappa geografica, va ad incidere in larga misura sull'esperienza che avremo della realtà, sulle scelte che troveremo auspicabili, sulle opportunità che ci sembreranno disponibili, sul modo di considerare il prossimo ecc.

In un certo senso, quindi, viviamo ed operiamo indirettamente nel mondo e sono le trasformazioni sensoriali di esso che condizionano il nostro modo di sperimentarlo.

E' facile comprendere da queste premesse come il concetto di verità, uno dei concetti filosofici per eccellenza, perda quell'aurea di criterio di misura assoluto e si relativizzi in una metafora più o meno calzante o diventi, al più, una feconda ipotesi di lavoro. Già Protagora, il filosofo sofista dell'Antica Grecia, avvertiva che non ha senso voler sapere qual è il sapore del miele quando nessuno lo assaggia, perché un malato può sentirlo amaro mentre per una persona in salute esso è dolce. Ma ogni individuo è in relazione con l'altro e, dunque, ogni singolo è in rapporto con le verità altrui; se così non fosse

---

<sup>24</sup> E' il metodo delle doppie proiezioni ortogonali ideato dal matematico francese Gaspard Monge (1746-1818) che noi impariamo durante le scuole medie.

<sup>25</sup> "Anche se quell'islamica è la più diffusa sono state le religioni animiste a provocare la genesi delle forme caratteristiche di questa civiltà, dominate dalla semplicità dei materiali utilizzati per le differenti espressioni (funzioni). Non esiste il concetto di consumismo. Tutto quello che viene prodotto serve a qualcosa [...]. La manualità e l'intelletto del popolo Maliano si manifestano altresì nella realizzazione di tutti gli utensili e gli oggetti che servono per la vita corrente". Fabrizio Cocchia, *Manualità e intelletto. Low-tech e intelligenza pratica: come si costruisce una cultura materiale senza tecnologia*, in: "Design tra sperimentalismo e alterità culturale" (a cura di) M. De Luca, G. Garroni, A. Lupacchini, Edizioni Librati, Ascoli 2004, pp. 41-44, p. 42.

qualunque processo comunicativo non avrebbe ragione di essere. Tutti i dogmatismi e i fondamentalismi nascono dal non riconoscere che la sintonia, tra la verità propria e quella altrui, si trova in una tensione, in uno sforzo teso ad attingere una verità comune, anche se continuamente sfuggente come l'asintoto che sfiora ma non tocca l'asse cartesiano.

Uno degli errori più grandi che si possa fare è quello di dimenticarci che la mappa non è il territorio: le nostre esperienze saranno impoverite dal modello stesso e le nostre potenzialità, parimenti, saranno vincolate dalla rappresentazione di ciò che sembra ma non è.

Molti anni fa venne fatto un interessante esperimento con degli occhiali speciali che, una volta indossati, fornivano al soggetto una visione capovolta della realtà. L'aspetto degno di nota è che, dopo un primo momento di destabilizzante disorientamento (e di mal di testa), i soggetti ben presto si adattavano, riprendendo con naturalezza a vedere un mondo 'normalmente' capovolto. Inoltre, trascorse alcune settimane ed una volta tolti gli occhiali, il soggetto si trovava a dover imparare di nuovo a vedere gli oggetti inseriti in una realtà non capovolta.

Nel film americano *L'attimo fuggente* del 1989 diretto da Peter Weir, il professore Keating (Robin Williams) faceva salire in piedi sul banco, uno alla volta, tutti gli studenti della sua classe per far loro capire l'importanza di cambiare il modo di vedere le cose: il pensiero, per potersi sviluppare, deve cambiare prospettive e non limitarsi a guardare sempre dalla stessa finestra.

## **Bibliografia**

1. Lupacchini A., *Ergonomia e design*, Cap 2, Carocci editore, 2008

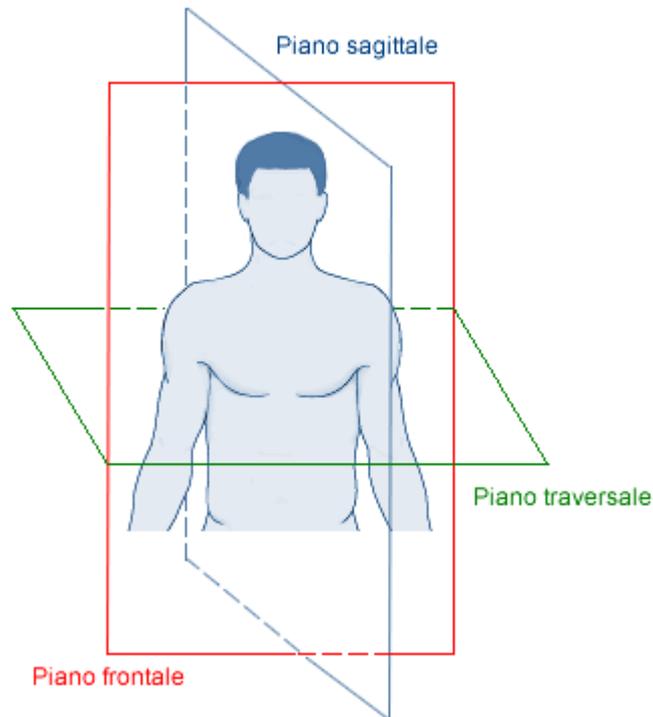
PROF. MASSIMILIANO NOSEDA

**Biomeccanica e cinesiologia del corpo umano:  
terminologia convenzionale per descrivere il movimento**

La **descrizione di un'azione o di una serie di movimenti del corpo umano** risulta utile in svariati contesti come quello medico-legale per quantificare la limitazione funzionale successiva ad un evento traumatico, quello artistico per spiegare i passi di una coreografia, quello lavorativo per riassumere una sequenza di azioni o quello sportivo per illustrare i fondamentali di uno sport.



In ognuno di questi casi è bene ricorrere a **termini condivisi e convenzionali**. Per tale ragione si è soliti far riferimento a **piani ideali**: il sagittale, che divide il corpo umano in due metà simmetriche dette antimeri, il frontale, detto anche coronale e parallelo alla fronte, e i trasversali, detti anche orizzontali.



Piani paralleli al **sagittale** sono detti parasagittali e per essere individuati necessitano oltre che di un punto di reperi anche della specifica di lato, ovvero se destro o sinistro. Ad esempio, si chiama piano parasagittale emiclaveare destro il piano parallelo al sagittale che attraversa il punto medio della clavicola destra. Per indicare invece un segmento più vicino o più lontano dal piano sagittale si usano i termini **mediale e laterale** per riferirsi rispettivamente alla regione più vicina e quella più lontana. Ad esempio la spalla è mediale rispetto al gomito che è laterale sia a destra che a sinistra. Tali termini sono tuttavia relativi e non assoluti, infatti potremmo dire che il gomito è mediale rispetto al polso che è laterale, assegnando al gomito l'aggettivo mediale che nell'esempio precedente avevamo attribuito alla spalla. Diversi sono invece i concetti di **interno ed esterno** che fanno riferimento allo stesso segmento o distretto. Esempificando ciò con il gomito, l'epitroclea è interna rispetto all'epicondilo che è esterno.

Rispetto al piano **frontale** un punto o una regione anatomica può trovarsi davanti o dietro. Useremo pertanto gli aggettivi **anteriore o posteriore** per descriverlo. Ad esempio l'ombelico è anteriore rispetto al piano frontale mentre la scapola è posteriore. Sinonimi di anteriore e posteriore sono i termini ventrale e dorsale. Per la mano o il piede è possibile usare anche i termini palmare o plantare al posto di anteriore.

Infiniti sono invece i piani **trasversali** che pertanto per essere individuati necessitano di un chiaro punto di reperi. Trasversale ombelicale è ad esempio il piano che seziona il corpo umano in due porzioni non simmetriche passando dall'ombelico. Rispetto a tale piano le altre strutture anatomiche possono essere considerate **inferiori o superiori**. In alternativa a inferiore è possibile utilizzare anche il termine caudale mentre al posto di superiore è possibile parlare anche di craniale, rostrale o cefalico.

In biomeccanica tali piani sono comunemente utilizzati per descrivere i movimenti dei segmenti corporei. Sono detti **semplici** quelli che avvengono attorno a un asse o verso un piano e **complessi** quelli che derivano dall'assemblaggio di più movimenti semplici.

Rispetto al piano frontale si definisce **flessione** un movimento anteriore ed **estensione** un movimento posteriore. Tale denominazione è invariata sia che si parli di tronco sia che ci si riferisca agli arti. In alternativa è anche possibile definire la flessione come l'avvicinamento di due capi articolari o regioni anatomiche e l'estensione come l'allontanamento. Per la caviglia è anche possibile usare le locuzioni flessione dorsale e flessione plantare per intendere rispettivamente la flessione e l'estensione.



Allo stesso modo per la spalla taluni usano i termini antepulsione o retropulsione per indicare rispettivamente la flessione o l'estensione sebbene tali termini potrebbero generare qualche confusione poiché si noti che durante l'antepulsione dell'omero la testa omerale si pone in retropulsione e viceversa.

Rispetto al piano sagittale invece la denominazione dei movimenti semplici differisce a seconda che ci si riferisca allo scheletro assile o appendicolare. Per il tronco si parla di **inclinazione** destra o sinistra, per gli arti si usano invece il termine **abduzione** per intendere l'allontanamento e **adduzione** per far riferimento all'avvicinamento.



Tale denominazione si usa anche per descrivere rispettivamente il movimento di allontanamento e avvicinamento delle dita della mano dove si fa riferimento a un piano ideale passante per il terzo dito. Anche per il piano sagittale la terminologia è differente a seconda che ci si riferisca allo scheletro assile o a quello appendicolare. Nel primo caso si parla infatti di **torsione** destra o sinistra mentre nel secondo caso di **rotazione** che potrà a sua volta essere suddivisa in intrarotazione, se condotta verso il piano sagittale, o extrarotazione, se rivolta al piano frontale.



Prende invece convenzionalmente il nome di **prono-supinazione** il movimento della mano rispetto al gomito dove si intende con supinazione il movimento che porta il palmo in avanti e pronazione il movimento che conduce il dorso sempre anteriormente.

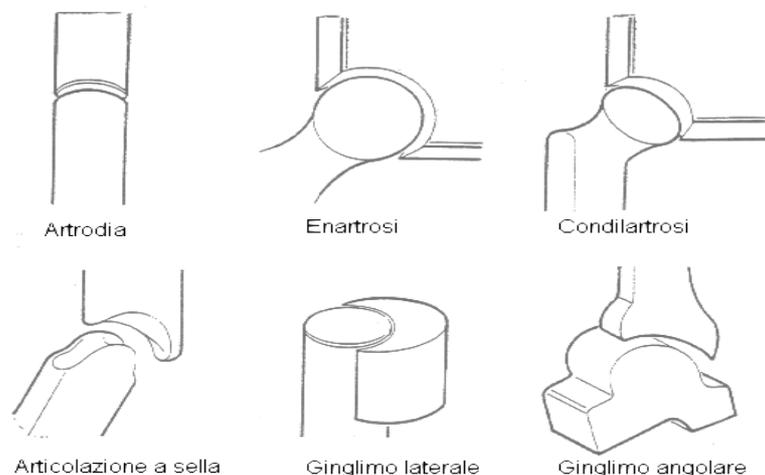
E' invece denominato **circonduzione** il movimento complesso passante per tutti i piani e tipico di alcune articolazioni come la spalla o l'anca.



**Il grado di escursione articolare fisiologico consentito varia da articolazione ad articolazione e dipende principalmente da due variabili: dalla presenza di eventuale tessuto interposto tra i capi articolari e dalla loro forma.** Per tali ragioni le articolazioni, ovvero i dispositivi giunzionali che connettono le ossa organizzandole nello scheletro, vengono classificate in **sinartrosi e diartrosi** a seconda che vi sia o meno tessuto interposto. Le prime sono quindi poi sottoclassificate sulla base del particolare tipo di tessuto interposto mentre le altre sulla base della forma dei capi articolari. Per tale ragioni le sinartrosi sono anche dette articolazioni per continuità e le diartrosi articolazioni per contiguità.

Le sinartrosi costituite da tessuto connettivale sono dette **sindesmosi**. Queste sono sottoclassificate in suture, se tra ossa piatte come quelle del cranio che andando incontro a ossificazione vengono poi ribattezzate sinostosi; schindilesi, quando una cresta ossea è accolta in un altro osso fatto ad angolo come nel caso del vomere e della cresta dello sfenoide, e gonfosi, nel caso di articolazioni coniche come quella tra la radice del dente e il suo alveolo. Quando invece il tessuto interposto è cartilagine ialina si parla di **sincondrosi** come nel caso delle articolazioni tra lo sterno e le coste. Si usa infine il termine **sinfisi** quando la continuità è garantita da cartilagine fibrosa come nel caso dell'articolazione tra le due ossa del pube o tra due corpi vertebrali.

Maggior mobilità è consentita invece alle diartrosi classificate sulla base della forma dei capi articolari.



Si parla di **artrodie** se le superfici sono piatte e consentono un certo grado di scivolamento reciproco. E' per esempio questo il caso delle articolazioni tra le ossa del tarso o di quelle intervertebrali posteriori. Quando la superficie articolare è invece una porzione di sfera, la diartrosi prende il nome di **enartrosi**. Per tale caratteristica geometrica le enartrosi sono tra le articolazioni più mobili su tutti i piani consentendo movimenti angolari su tutti i piani. Ne sono esempi l'anca e la spalla. Qualora vi sia discrepanza di dimensione tra i due capi articolari, come nel caso della spalla, è spesso interposta una struttura fibrosa, detta *cercine glenoideo*, e volta ad aumentare la congruenza articolare. Quando invece i capi hanno due diametri non identici e la loro sagoma articolare ricorda un'ellisse si parla di **condiloartrosi**. Il movimento è sempre abbastanza ampio ma in misura minore rispetto a quello dell'enartrosi in quanto limitato a due piano ortogonali. E' questo il caso dell'articolazione temporo-mandibolare o di quella tra l'omero e il capitello radiale. Si parla invece di **articolazione a sella** quando i capi articolari presentano una concavità e una convessità tra loro perpendicolari. Può essere considerata una particolare condiloartrosi e consente movimenti biassiali con una certa rotazione. Ne è un esempio l'articolazione tra il I metacarpo e il trapezio. Quando invece i capi articolari sono entrambi cilindrici si parla di **ginglimi**, detti a loro volta laterali o angolari a seconda che siano disposti parallelamente o perpendicolarmente. I primi sono anche denominati trocoidi mentre gli altri troclea. L'articolazione tra radio e ulna è un esempio di ginglismo laterale mentre quella tra omero e ulna di ginglismo angolare.



Durante la relazione congressuale i precedenti concetti verranno utilizzati per descrivere gesti sportivi e coreografie di danza moderna.

## Ergonomia dello sport: progettare e scegliere l'attrezzatura sportiva

Quando si parla di biomeccanica nello sport ci si riferisce allo studio volto a trovare il miglior rendimento dando all'atleta, per esempio un ciclista, quelle indicazioni utili per migliorare e sfruttare appieno le proprie caratteristiche fisiche e la sua potenza muscolare.

In questo contesto non possiamo trascurare di riflettere sulla complessità della biomeccanica del corpo umano. Volendo riprodurre ad esempio, attraverso sistemi robotizzati, un gesto per noi naturale come il camminare, ci troveremmo di fronte alla cruda consapevolezza di riuscire solo ad imitare goffamente alcune parti elementari del gesto complesso.

Bussagli fa un'acuta osservazione. Egli nota come nella realtà della struttura scheletrica troviamo che *“nelle forme delle ossa c'è già il segreto del movimento e il moto si sa è vita. Anzi, gli spazi e le forme sono così coerenti ed essenziali che potremmo dire che si tratta del più bell'esempio di industrial design che la natura possa offrirci”*<sup>26</sup>.

Cosa permette al braccio di alzarsi e di abbassarsi in modo da consentire alla racchetta da tennis di colpire la palla? I muscoli, il sistema più esteso del corpo umano che rappresenta circa la metà del suo peso. Cinquecento muscoli per muovere le ossa dello scheletro e eseguire movimenti di altissima precisione sotto il comando del cervello.

E' esperienza comune vedere un bimbo che all'improvviso comincia a correre, a gesticolare, in una parola a muoversi e lo fa apparentemente senza direzione o motivo e ben felice di farlo. Il fatto è che, come già detto, il corpo è progettato per il movimento. Uno dei corollari è che esso si deteriora se non si muove: la respirazione si riduce al minimo indispensabile e, semmai la richiesta di ossigeno dovesse aumentare, i polmoni si rivelerebbero impreparati. Il cuore si indebolisce e, parimenti, i muscoli si atrofizzano. Il rimedio e la prevenzione di questo (purtroppo non completo) quadro negativo è fare moto, dedicandosi magari alla pratica di uno sport. La medicina ci dimostra che un sistematico allenamento, e quindi lo sfruttamento delle capacità del corpo, arreca risultati vantaggiosi in tutte le malattie funzionali e più di qualsiasi altro tipo di intervento. Dobbiamo, dunque, fare i conti con fatti paradossali: lo sforzo genera energia ed il corpo si deteriora se non lo si usa.

L'ergonomia ha un ruolo molto importante proprio in quei casi in cui il corpo si è danneggiato. Ci si riferisce allo sport per 'disabili' i quali, grazie ad un supporto tecnologico, possono oggi partecipare effettivamente a competizioni agonistiche: giocare a basket, ad hockey, scendere in una pista di atletica, tirare di scherma, salire su una bicicletta, ecc.

La progettazione ergonocentrica può favorire, così, l'integrazione nella società delle persone cosiddette 'disabili'<sup>27</sup>, dando loro sia una ragione in più per affrontare al meglio la loro sfortuna sia un motivo per rimettersi in discussione.

Nelle disabilità la tecnologia sta portando una vera rivoluzione<sup>28</sup>.

---

<sup>26</sup> M. Bussagli, *Anatomia artistica. Manuale di disegno*, Giunti, Firenze 1996, p. 38.

<sup>27</sup> Cfr. cap. 17 paragrafi 1 e 2.

Negli ultimi anni sono cambiati i materiali, le forme di stampelle, carrozzine, ecc: i nuovi materiali e gli studi ergonomici stanno perfezionando sempre di più queste protesi.

La ricerca più avanzata punta al recupero delle normali funzioni, ma l'obiettivo futuribile è proprio quello di potenziare queste abilità. Chi di noi normodotati si farebbe impiantare un occhio bionico o un arto robotizzato? Un cieco o un paraplegico, al contrario, non hanno nulla da perdere, e molto da guadagnare. Ma c'è dell'altro: dovendo impiantare un occhio artificiale non c'è alcun motivo sostanziale per limitare il suo funzionamento ai normali 10/10. Quest'occhio potrebbe vedere di notte o attraverso i muri. Lo stesso dicasi per gli handicap motori: nella ideazione-realizzazione di arti artificiali i limiti imposti non sono più quelli umani ma quelli della fisica. L'acquisizione dell'ultraudito potrebbe essere la frontiera al di là del solo recupero di una ricettività ai suoni: nell'epoca delle nanotecnologie il limite è dato dalla fantasia.

Ora, sono proprio i cosiddetti portatori di disabilità i soggetti che più naturalmente si prestano alla sperimentazione. Un banale telecomando per televisione è, senza dubbio, assai più utile a un disabile che agli altri; immaginiamoci allora l'effetto di un chip che, impiantato nel braccio, oltre a tenere sotto controllo lo stato di salute e a chiamare soccorso in caso di incidenti, permetta di controllare le funzioni di una casa domotizzata.

Nella serie televisiva *L'uomo da un milione di dollari*, il personaggio principale veniva dotato di un corpo bionico in seguito ad un incidente riportato durante un atterraggio aereo che compromise gravemente molte funzioni corporee. In ultima analisi, l'uomo bionico non è più soltanto una ipotesi teorica e fantascientifica: è verosimile che i settori della scienza predisposti alla sua realizzazione, partiti col fine di restituire una vita dignitosa a quelli che l'hanno perduta, potrebbero invece fornir loro un'esistenza ultranormale. Se così fosse, anche le persone normali sarebbero destinate a beneficiare dei risultati di queste ricerche; tuttavia per secondi: i primi, i nuovi superuomini, sarebbero quelli tradizionalmente considerati come ultimi.

In un paragrafo precedente abbiamo esposto una breve rassegna storico-evolutiva delle calzature. Facciamo, ora, qualche considerazione sulle scarpe per lo sport. Qualche decennio fa l'utente non aveva a disposizione la grande varietà di modelli che ha oggi: esistevano le scarpe per correre, per giocare a tennis e per il basket. Ai nostri giorni le calzature sportive sono i frutti tecnologicamente sofisticati di ricerche biomeccaniche sul comportamento del piede nelle diverse situazioni e sugli stress cui è soggetto. Esse possano sensibilmente incidere sulla prestazione di un atleta, consentendo al piede di lavorare in condizioni ottimali ed allontanando, se non altro nel tempo, le atletopatie specifiche. La recente innovazione, apportata dalla *Nike* alle scarpe da *running*, consiste nell'introduzione di un sensore sotto la suola che invia ad un *iPod* dati relativi alla corsa, come distanza, tempi, velocità e calorie bruciate. L'*iPod*, oltre a poter trasmettere musica, salva gli input cosicché, una volta connessi ad un pc, questi possono essere elaborati per ricavare informazioni sui progressi ottenuti e sulle modifiche apportabili al programma di allenamento. I benefici per l'utenza, che può usufruire di tali modelli ad un prezzo accessibile, sono dunque palesi.

Può darsi che Filippide non sarebbe morto se avesse avuto un moderno paio di scarpe da *running*, e che, se all'epoca queste fossero state disponibili, Abebe Bikila<sup>29</sup> si sarebbe magari rifiutato di indossarle durante la maratona di Roma, ma l'osservazione della realtà attuale ci pone di fronte ad un dato di fatto incontestabile: le considerazioni e gli interventi che l'ergonomia propone, unitamente ad altri campi

---

<sup>28</sup> Cfr. 5.3.

<sup>29</sup> L'etiopio Abebe Bikila (1932-1973) è stato il primo atleta a vincere due volte consecutivamente una maratona olimpica, nel 1960 a Roma e quattro anni dopo a Tokyo. Nella prima percorse l'intera distanza a piedi nudi.

disciplinari, su elementi specifici e *protesici* dell'attività sportiva possono avere e hanno un'influenza determinante ai livelli di agonismo elevato e esasperato esistente nello sport.

Notiamo *en passant* che la scienza può applicarsi allo sport, e lo fa a tutti gli effetti, soprattutto laddove il fattore umano è in interazione con qualcosa d'altro da sé. Un tipico esempio è rappresentato dalla bicicletta. Perché i ciclisti possano estrinsecare al meglio le loro qualità atletiche, è assolutamente fondamentale che le strutture delle biciclette siano adatte alle caratteristiche corporee degli atleti; ciò conferma l'importanza dell'aspetto antropometrico. L'atleta si sottopone ai rilevamenti predisposti dagli esperti che collocano sul suo corpo elettrodi e sensori. Per evitare dolori articolari e muscolari deleteri, a lungo termine, per la salute e per ottenere, a breve termine, gli obiettivi sportivi da raggiungere, si ricerca la posizione perfetta sul manubrio, l'assetto generale, nonché il punto migliore del piede dove applicare la spinta sui pedali e la cadenza ottimale di pedalata. I risultati degli esperimenti effettuati su apparati sperimentali, come il cicloergometro, determinano la scelta del telaio ideale, la sua geometria, l'optimum delle relazioni intercorrenti tra i suoi componenti: in sostanza il biomeccanico è un sarto che taglia il vestito della bicicletta sulle peculiarità del ciclista che la deve *indossare*.

Questi trattamenti, di solito riservati ad atleti di alto livello, ma non si creda che non abbiano ricadute sugli utenti comuni. La *mountain-bike* che possiamo tutti acquistare ha precise caratteristiche; per esempio, l'altezza dell'asse orizzontale dei pedali non è determinata a caso, come non lo è la massima altezza regolabile della sella: anche in questi casi è fondamentale la valutazione del 50° percentile<sup>30</sup>. L'applicazione di questi studi specifici ha determinato la nascita di componenti fondamentali, sagomati e progettati secondo i migliori standard di ergonomia e sicurezza. E' questo il caso della sella per bicicletta, la cui forma si differenzia a seconda della postura che si assume e di come viene distribuito il peso nella seduta in relazione al tipo di bicicletta usata (da corsa, da passeggio o mountain - bike).

Come si è già detto a determinare l'acquisto non sempre sono ragioni inerenti la funzionalità specifica del mezzo: le scelte di un utente possono essere indotte da tutt'altre ragioni<sup>31</sup>.

Un altro esempio di come la scienza si applica allo sport è dato dagli studi biomeccanici effettuati nel pugilato. Nelle competizioni dilettantistiche, l'introduzione dei caschi protettivi, nel tempo sempre più perfezionati in quanto a materiali, ha avuto l'effetto di ridurre l'incidenza del cosiddetto *knock-out*<sup>32</sup> che determina danni cerebrali anche gravi.

Per determinare l'influenza del guantone sulla violenza dell'impatto, le ricerche si sono indirizzate sulle possibili dinamiche del pugno e sulle caratteristiche di ammortizzazione del guantone. La cinematografia veloce e i modelli matematici rappresentativi dell'atleta hanno permesso la quantificazione della velocità del pugno in valori medi di 11,7 m/s.; è stato poi visto come la quantità di moto trasmessa allo stesso sacco aumenta con il livello di abilità del pugile. Ciò a riprova dell'importanza del coordinamento motorio in rapporto all'efficacia del gesto atletico. I ricercatori hanno anche valutato i livelli di forza massima trasmessa che oscilla da 1700 a 7000 N. Sebbene la forza di un pugno abbia un carattere impulsivo, e quindi sia qualitativamente diversa da una pressione costante, quest'ultimo dato appare preoccupante poiché 1100 N di forza applicata con continuità sono sufficienti per provocare la rottura della mandibola. Si è scoperto che l'atleta trasmette una maggiore quantità di moto se indossa il guantone rispetto a quando agisce a pugni nudi; infatti, la massa del guantone aumenta quella quantità e può esprimere la massima

---

<sup>30</sup> Cfr. 4.2.

<sup>31</sup> Cfr. 3.3.

<sup>32</sup> Dall'inglese *to knock-out*: 'tramortire'. Sinonimo di 'k.o.' indica il 'fuori combattimento', la vittoria ottenuta prima dello scadere del tempo regolamentare di gara.

energia senza i limiti degli eventuali dolori che possono incorrere a mano nuda. In ogni caso è fondamentale la mediazione del guantone che distribuisce su un'area più ampia l'impatto, altrimenti più traumatico.

Gli scienziati hanno concluso che, aumentando la velocità, i picchi di forza tendono a crescere esponenzialmente così come gli effetti dell'impatto. Il guantone riduce le sue proprietà assorbenti, le quali non hanno relazione con il peso dello stesso (elemento quest'ultimo che in effetti veniva utilizzato in rapporto alle differenti categorie di peso).

Queste due ultime osservazioni evidenziano come le ricerche biomeccaniche possano fornire utili indicazioni sulla sicurezza (pensiamo all'alpinismo!), sui contenuti tecnici di una disciplina (come compiere un movimento) e sui regolamenti della stessa.

Scarpe, biciclette, guantoni da boxe, racchette, mazze da golf, sci, ecc., non sono gli unici oggetti ad essere presi in considerazione dalla scienza biomeccanica applicata allo sport: gli indumenti sportivi si sono trasformati. Confrontiamo l'abbigliamento dei centometristi di venti anni fa con quelli di oggi: pantaloncini e maglietta sono stati sostituiti da una sorta di leggerissima muta che aderisce al corpo rendendolo più aerodinamico. L'*Adidas*, per citare altri significativi esempi, ha progettato maglie da calcio in poliestere a trama speciale con un tipo di fibra, a quattro micro canali, che permette di veicolare verso l'esterno l'umidità.

Degne di esser menzionate, anche se il loro utilizzo non è prettamente sportivo, sono anche le giacche *Absolute zero*<sup>®</sup> e *AbsoluteFrontier*<sup>®</sup> che, avendo un'imbottitura di *aerogel*<sup>33</sup>, consente agli esploratori delle alte latitudini di resistere al freddo intenso. Non è certo un caso che l'impresa commerciale *Aspen Aerogel* sia il fornitore ufficiale degli indumenti della nazionale di sci canadese.

Ma la protesi sportiva, potendosi oggi anche assimilare al corpo, non è più esclusivamente qualcosa di esterno ad esso; pensiamo al *Skinthetic*<sup>®</sup> della *Nike*: un cuscinetto ad aria compressa impiantabile nel polpaccio. Sono, dunque, già realizzabili protesi miniaturizzate da inserirsi sotto pelle che andrebbero a modificare i processi metabolici e fisiologici delle articolazioni e dei muscoli più sollecitati in una particolare disciplina. Una domanda relativa a questi oggetti è: il loro uso è doping? È lecito utilizzarli se hanno una azione effettivamente favorevole sulla prestazione?

Gli studi sulla genetica potrebbero essere implicati nel campo dello sport e della ricerca del risultato. E la genetica ci fornisce un'ulteriore conferma del passato ed un monito per il futuro: i progressi tecnologici possono cambiare l'uomo e le sue relazioni e nuove soluzioni, per vecchi problemi, possano sollevare problematiche etiche prima sconosciute. Nello sport, infatti, le tecniche genetiche potranno mutare la stessa struttura muscolare dei muscoli. Non è improbabile, quindi, che l'orizzonte del doping si sposterà dall'uso di farmaci all'introduzione di geni modificati all'interno dell'organismo col risultato che sarà pressoché impossibile, senza una biopsia muscolare, identificare l'atleta 'OGM'. Ancora, e con maggior prevedibilità, si stima che entro un decennio sarà disponibile un vaccino genetico capace di far incrementare le masse muscolari anche senza attività fisica!

## Bibliografia

2. Lupacchini A., *Ergonomia e design*, Cap 5.5, Carocci editore, 2008

---

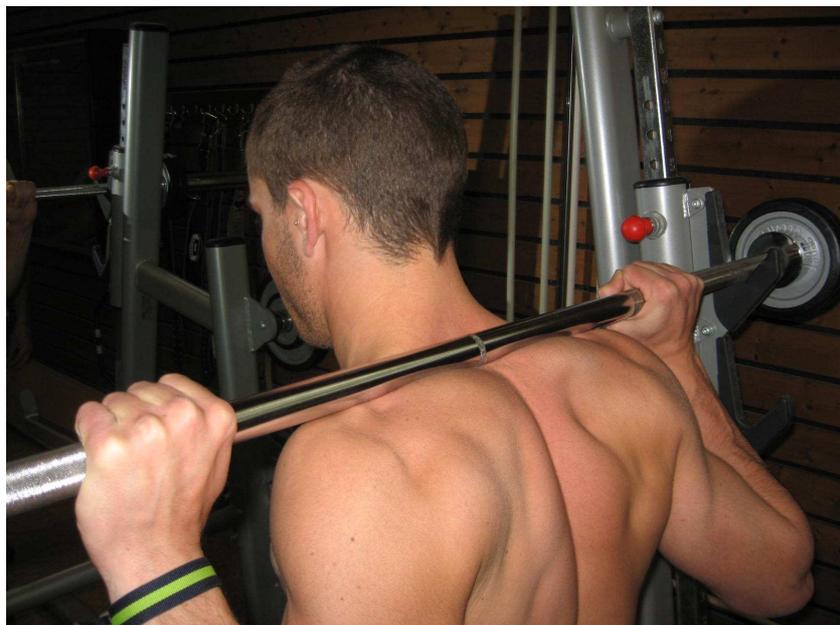
<sup>33</sup> Cfr. 8.3.

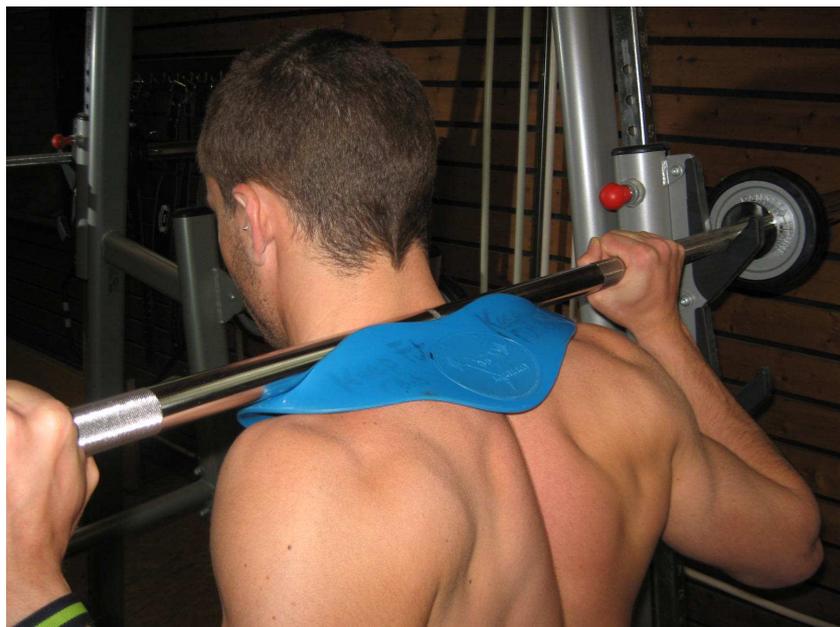
Allenarsi coi pesi: considerazioni ergonomiche

Il **termine ergonomia** deriva dalle parole greche “érgon” e “nomos” e significa letteralmente “governo o regola del lavoro”. Usato per la prima volta da Wojciech Jastrzębowski in un giornale polacco nel 1857, venne inteso inizialmente come “scienza dell’utilizzazione delle forze e delle capacità umane” finalizzata a studiare e risolvere le problematiche che vengono a crearsi nell’interazione tra uomo e ambiente in ambito lavorativo in modo da far rispettare in fase di produzione e progettazione una serie di norme in grado da una parte di tutelare la salute del lavoratore e dall’altra di incrementare l’efficienza del sistema uomo-macchina nel suo insieme.

Amalgamando sapientemente le **competenze di molteplici discipline** ( come ad esempio la fisica, la chimica, la conoscenza dei materiali, l’antropometria, la statistica e il marketing ), l’ergonomia ha in seguito rapidamente ampliato i suoi campi di applicazione a svariate attività umane fornendo valide e pratiche soluzioni in molteplici ambiti che spaziano dall’informatica, all’architettura e perfino allo sport.

In questo ambito, e più in particolare in palestra, **l’ergonomia consente di prevenire infortuni, migliorare la resa ed evitare indesiderati compensi che potrebbero danneggiare, anziché allenare, le strutture muscolari ed articolari sollecitate**. Riguarda simultaneamente l’utente ( scelta dell’attrezzatura e degli esercizi, modalità di esecuzione di quest’ultimi, possibili adattamenti antropometrici, utilizzo di strategie di facilitazione come lo specchio, etc ), il personale di sala ( tecniche di assistenza nel lavoro ai pesi, ottimizzazione della postazione di lavoro, scelta della prospettiva di osservazione degli utenti, personalizzazione dei programmi di allenamento, abbigliamento durante e dopo il servizio, strategie di comunicazione, etc ), l’attrezzatura sportiva ( scelta dei materiali, uso sapiente dei colori, possibilità di adattamento antropometrico, disposizione nell’ambiente di attrezzi e specchi, etc ) e gli spazi ( scelta della pavimentazione, regolamentazione della temperatura, qualità dell’impianto di areazione, volume della musica, presenza e disposizione degli specchi etc ).





### Supporto ergonomico per le spalle

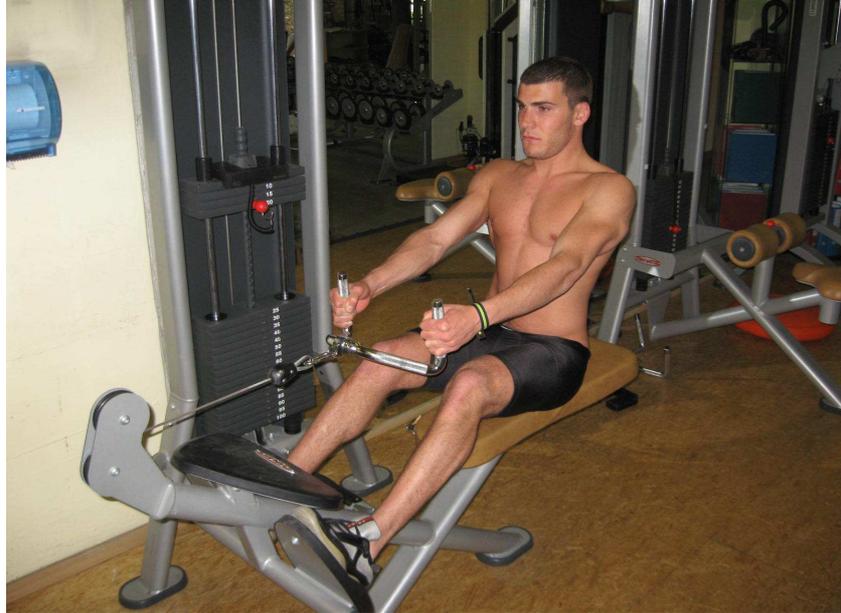
Al fine di discutere le possibili differenti modalità di esecuzione, i principali accorgimenti posturali da adottare e i possibili compensi da prevenire o correggere, prendiamo come esempio l'allenamento del **muscolo gran dorsale** durante un lavoro anaerobico finalizzato all'ipertrofia muscolare.

Il *gran dorsale* ha una funzione estensoria del braccio sul busto a cui si associa una componente adduttrice e intrarotatoria. L'esercizio classico per l'allenamento di questo muscolo è la **lateral machine** che lo stimola in associazione ai fasci mediali ed inferiori del trapezio, al gran rotondo, al deltoide posteriore e al bicipite. Lo stesso esercizio può essere effettuato a presa pronata larga avanti, che comporta la massima sollecitazione del gran dorsale; pronata larga dietro, che prevede una maggior intrarotazione dell'omero ed attivazione del gran rotondo; normale supinata avanti, che insieme al deltoide posteriore sollecita maggiormente il bicipite, e stretta neutra avanti, che insieme al deltoide posteriore prevede un maggior coinvolgimento del brachiale. In tutti i casi è, comunque, sempre bene evitare di stringere energicamente il pugno al fine di non determinare un inutile sovraccarico delle piccole articolazioni delle dita e della muscolatura dell'avambraccio.

La muscolatura dorsale può anche essere stimolata con le **trazioni alla sbarra**, che essendo a carico libero richiedono un buon controllo posturale e una discreta forza, o con la **vertical traction** che, presentando un supporto completo per la colonna, ne consente una maggior tutela soprattutto nel neofita.

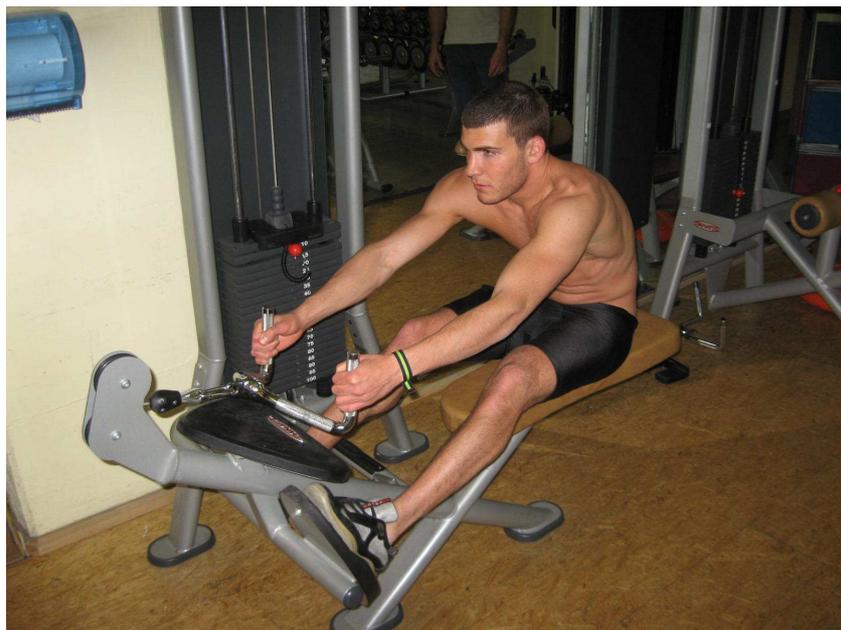
Tutti questi esercizi sono accomunati dal fatto che il lavoro è sviluppato in direzione verticale, ovvero perpendicolarmente al suolo. Ciò comporta una sollecitazione contemporanea anche del deltoide posteriore e del gran rotondo con un maggior interessamento del secondo rispetto al primo. E', tuttavia, possibile stimolare il gran dorsale anche lavorando su di un piano orizzontale dove il deltoide posteriore è più sollecitato del grande rotondo. In questo caso, l'esercizio tipico è il **pulley**, detto basso o alto a seconda della direzione di trazione del cavo. Due possibili ulteriori varianti di tale esercizio sono, poi, il **rematore con**

**manubrio o bilanciere**, che richiede un miglior controllo posturale, e la **vertical rowing**, che tutela maggiormente il rachide grazie alla seduta e all'appoggio sternale.



Pulley: esecuzione corretta dell'esercizio.

Le mani si avvicinano all'addome a tronco fisso



Pulley: compensi da evitare

Ginocchia in valgismo marcato ed eccessiva cifotizzazione dorso-lombare

In tutti gli esercizi precedentemente descritti, è fondamentale curare la postura iniziale che deve prevedere il rispetto delle curve fisiologiche del rachide. In particolare, è da evitare la cifosi lombare durante la fase di trazione, così come movimenti di compenso a carico del busto rispetto alla coscia, articolazione che deve essere isolata al fine di evitare un indesiderato sovraccarico del rachide da decondizionamento muscolare. Una particolare problematica connessa alla lateral machine, eseguita posteriormente in presa pronata, è, invece, il rischio di compenso posturale in ipercifosi dorsale con rettilineizzazione o cifotizzazione cervicale dovuto all'aiuto in trazione dei flessori del busto. Al fine di evitarla, è bene da una parte controllare la postura attivamente e dall'altra posizionarsi opportunamente in antiversione di bacino e davanti al cavo, che dovrebbe rimanere idealmente perpendicolare al piano del terreno durante l'esecuzione dell'esercizio.



Lateral machine:

la presa posteriore favorisce indesiderati compensi in rettilizzazione cervicale e cifotizzazione dorsale che è bene controllare



Lateral machine:

la presa anteriore favorisce un indesiderato compenso in iperlordosi che è bene controllare

Un esercizio che sollecita contemporaneamente sia il gran dorsale sia il gran pettorale è, infine, il **pullover** che prevede un'estensione del braccio a gomito praticamente esteso contro resistenza in posizione supina. Durante l'esecuzione, l'ampiezza massima della flessione si valuta di volta in volta sulla base della capacità individuale di controllo della lordosi lombare, mentre nei gradi finali di estensione, ovvero in flessione di arto superiore a circa 90°, è fondamentale controllare ed evitare l'anteposizione di spalla contro gravità.



Pullover: presa corretta. Sfruttare il palmo delle mani per afferrare e spingere



Pullover: presa scorretta. Evitare di affaticare inutilmente le piccole articolazioni delle dita

## Ulteriori approfondimenti

- 1 Cagnazzo F. e R., *Valutazione antropometrica in clinica, riabilitazione e sport*, Edi-ermes, 2009
- 2 Delavier F., *Guida agli esercizi di muscolazione: approccio anatomico*, Arcadia edizioni, I edizione italiana, febbraio 2000
- 3 Lippert L.S., *Chinesiologia clinica e anatomica*, Verduci Editore, 2008
- 4 Lupacchini A., *Ergonomia e design*, Carocci editore, 2008
- 5 Nosedà M. e Simonelli C., "Ergonomia in palestra: sistematica dell'allenamento coi pesi", SDS CONI, Calzetti e Mariucci Editore, anno 2012, numero 93, pag. 21-30.
- 6 Stecchi A., *"Biomeccanica degli esercizi fisici"*, Erika editore, 2004

## Ringraziamenti

*Si ringrazia la **palestra Keep Fit Club di Vacallo** ( Svizzera ) per la disponibilità ad utilizzare la struttura al fine di realizzare il servizio fotografico necessario alla realizzazione della parte iconografica della presente relazione congressuale e **Luca De Morelli** per il tempo dedicato alla realizzazione del servizio fotografico.*

## Ergonomia e disabilità

Con il termine assistive technology ci si riferisce alla progettazione di prodotti dedicati al soggetto con disabilità al fine di ottimizzare le sue capacità funzionali e/o di migliorarne la sua autonomia. Tuttavia, molti oggetti o adattatori potrebbero non essere necessari se gli oggetti venissero progettati a monte per un'utenza più ampia. Ad esempio, un tappo più grande con geometria asimmetrica sarebbe più facile da sviare non solo per un soggetto con disabilità ma anche per anziani e bambini, in altre parole per tutti. Una progettazione universale potrebbe, quindi, rendere superfluo il ricorso a determinati ausili e limitarne l'uso a pochi casi dedicati.

Compito del progettista moderno è infatti quello di affinare una particolare sensibilità volta all'ideazione e alla realizzazione di prodotti, sistemi ed ambienti orientati alla variabilità umana, all'inclusione e all'uguaglianza in grado di conseguire benefici in termini di comfort, sicurezza e accessibilità. Tale approccio olistico prende indifferentemente il nome di progettazione universale, inclusive design o design for all, e rappresenta una notevole sfida etica e creativa in grado di promuovere l'inclusione sociale.

Principali requisiti della progettazione universale sono la semplicità, l'inequivocabilità, l'adattabilità, la corrispondenza al modello concettuale, la chiara relazione tra causa ed effetto, il feed-back costante e la tolleranza dell'errore.

Risulta tuttavia innegabile che la grande variabilità per tipologia e grado di disabilità richiede spesso il ricorso ad ausili pensati ad hoc per utenze particolari. La carrozzina ad esempio è un oggetto creato in modo specifico per un soggetto con disabilità motoria degli arti inferiori che non trova corrispondenza nei soggetti senza disabilità. Anche in questi casi però un approccio ergonomico può renderla più adatta allo specifico scopo che il possessore decide di perseguire. In ambito sportivo ad esempio abbiamo carrozzine ultraleggere usate nel gioco del tennis per facilitare rapidi spostamenti e cambi di direzione, carrozzine pesanti volte ad essere più stabili in caso di scontro come quelle che si usano nella lotta libera adattata, carrozzine con sistemi di ancoraggio volti ad evitare il ribaltamento durante il lancio del peso, carrozzine da corsa con ruote campanate per migliorare la stabilità al terreno ed evitare il ribaltamento in curva e carrozzine con copriraggi pensati per evitare involontari traumi alle dita in alcuni sport come il basket in carrozzina.

La relazione congressuale illustra alcuni accorgimenti ergonomici volti alla progettazione dedicata di ausili appositamente dedicati all'attività sportiva adattata e al tempo libero.

### Bibliografia essenziale

- 1 Lupacchini A., *Ergonomia e design*, Carocci editore, 2008
- 2 Caracciolo A., Redaelli T. e Valsecchi L., *Terapia Occupazionale*, Raffaello Cortina Editore, 2008
- 3 Cavicchioli A., *Manuale di ausili e cure del paziente geriatrico a domicilio*, UTET, 2002

## RECAPITI RELATORI

### **Prof. Andrea Lupacchini**

*Email: [info@lupacchini.it](mailto:info@lupacchini.it)*

*Sito personale del docente: [www.lupacchini .it](http://www.lupacchini.it)*

### **Prof. Massimiliano Nosedà**

*Email: [massimiliano.nosedà@tin.it](mailto:massimiliano.nosedà@tin.it)*

*Sito personale del docente: [www.fisiatra-visitafisiatrica-milano-como.it](http://www.fisiatra-visitafisiatrica-milano-como.it)*