

Conoscere il proprio corpo FARE SCIENZA A SCUOLA: INTRODUZIONE ALLA ANATOMIA E FISILOGIA DEL CORPO UMANO

di Maria Cristina Speciani*

Da questo numero della rivista comincia una serie di contributi su argomenti «biologici» che, delineando i contenuti specifici essenziali, aiutino a costruire strumenti didattici «forti» per la formazione della persona. Iniziamo dal «corpo umano», uno dei grandi temi previsti nelle Indicazioni Nazionali di Scienze in tutti i livelli di scuola.

Come documentato più volte in questa rivista, è possibile e opportuno trattare il corpo umano fin dalla primaria proponendo, pur con le adeguate semplificazioni, la sua complessità strutturale e funzionale. Infatti, anche un approccio elementare alla vita non solo identifica forme e strutture, ma studia le trasformazioni che mantengono le condizioni vitali. Presentiamo qui un breve excursus tematico relativo alla anatomia e alla fisiologia umana, sottolineandone le ricadute didattiche più importanti.

* membro della Redazione della rivista Emmeci-quadro, già docente di Scienze Naturali nei licei, autore di libri di testo

Per capire che cosa è la vita occorre studiare i viventi, nella enorme varietà di forme con cui sono presenti sulla Terra. Oltre la classificazione, si tratta di capire come sono fatti gli organismi - da quali materiali e strutture sono costituiti - e come funzionano, ossia quali relazioni esistono tra i componenti strutturali e l'intero organismo, per mantenere le condizioni proprie della vita.

In questo quadro rientra l'analisi di aspetti fondamentali della anatomia e fisiologia del corpo umano. Anzitutto perché l'esperienza del corpo (riconoscerlo, distinguerne le parti, capire come funziona) è la prima che ognuno fa nella sua storia personale.

Poi perché conoscere le caratteristiche dell'organismo uomo può favorire comportamenti utili a mantenere le condizioni che corrispondono alla salute fisica e permettono di lavorare, di giocare, di gioire, di ascoltare la musica, di ragionare insomma di compiere anche quelle funzioni non strettamente materiali di cui solo l'uomo è capace.

Oggi, grazie allo sviluppo delle tecnologie biomediche, è possibile visualizzare funzioni e processi che mai prima d'ora era stato possibile vedere *in vivo* nell'uomo: la morfologia e la funzione d'organo, il decorso dei vasi e la loro pervietà, il movimento del cuore, le variazioni del metabolismo.

Tuttavia, questi strumenti e queste occasioni possono restare frammenti scomposti - per l'insegnante come per lo studente, se non è chiaro l'orizzonte culturale, storico e didattico in cui sono inseriti. Perciò vogliamo iniziare a fare un po' di chiarezza.

Anzitutto presentando tre criteri didattici «controcorrente», ma ormai ampiamente sperimentati in numerose situazioni di ricerca-azione. Poi offriamo una presentazione di alcuni contenuti semplici, ma fondamentali, che spesso sono ignorati nella letteratura scolastica. Una documentazione storica o tecnica si trova negli *Approfondimenti* collegati a questo contributo.

Struttura e funzione: una unità inscindibile

Per esempio, una scelta didattica significativa è quella di tenere uniti aspetti strutturali e aspetti funzionali: non esiste nessuna struttura, a nessun livello di organizzazione, che non svolga una specifica funzione. Tale scelta non nasce



da un modello pedagogico, ma è radicata nella storia della scienza: lo studio della struttura corporea, l'anatomia, si completa nella fisiologia.

Oggi gli studi a livello microscopico, subcellulare, biochimico e molecolare forniscono contributi fondamentali per i fisiologi, riconfermando peraltro che forma e funzione sono inscindibili; per esempio, la funzione di un enzima dipende dalla sua conformazione tridimensionale; se questa viene alterata (per esempio dal calore o dall'ambiente acido) anche la funzione sarà alterata fino a perdere l'attività biologica.

Il corpo: tante parti in relazione

Un'altra scelta importante è quella di considerare il corpo come un'unità (complessa) formata da tante parti diverse in relazione tra loro.

Tale scelta è «controcorrente» rispetto a quanto propongono i libri di testo, alle elementari come alle superiori: una frantumazione del corpo in «apparati» da studiare in sequenza lineare fino a esaurire non solo i contenuti, ma anche la pazienza degli studenti.

In questo modo si pone in secondo piano (nonostante tutte le buone intenzioni) l'esperienza degli studenti che, a tutte le età, intuisce che ogni azione (come per esempio quella rappresentata nell'immagine) è frutto della cooperazione tra diverse parti del proprio corpo.

Il punto di partenza per capire «come funziona» è sempre quello che succede nella realtà. Per esempio, in una prima elementare si può partire dall'esperienza comune della mensa per introdurre i principi essenziali di una funzione come la digestione [vedi *Indicazioni Bibliografiche*].

Oppure si può partire da funzioni anche complesse, come il movimento, per spiegarne i componenti strutturali (muscoli, ossa e nervi) e l'importanza che essi agiscano insieme. In pratica, per quanto possibile e con la gradualità richiesta nei vari ordini di scuola, conviene mostrare come avvenga il controllo di una funzione e le interazioni con altre funzioni e con l'organismo intero.

Omeostasi: mantenere condizioni adatte alla vita

La capacità di controllare le proprie funzioni è tipica dei viventi e il meccanismo con cui essa si realizza, a tutti i livelli, è la chiave per comprendere come ogni parte del corpo, a diversi livelli di organizzazione, coopera a costruire l'organismo intero. Per questo il concetto portante, che deve essere ben chiaro al docente, è quello dell'omeostasi, definita nel modo più semplice come la capacità di un organismo di reagire alle condizioni ambientali in modo da mantenere le condizioni vitali.

In questi anni, nei numerosi corsi di formazione e nei gruppi di ricerca svolti con docenti della scuola primaria e secondaria di primo grado, questo approccio si è rivelato vincente. Non perché bisogna far imparare ai bambini la definizione di omeostasi, ma perché la consapevolezza dell'importanza per la vita costringe a progettare in modo unitario e graduale, con lo sguardo sempre aperto sulla realtà.

Due pilastri della ricerca sul corpo umano: anatomia e fisiologia

Storicamente, lo studio del funzionamento degli organismi poggia in primo luogo su indagini di tipo morfologico-anatomico, effettuate attraverso la dissezione fin dai tempi più antichi. Anche in questo caso Aristotele, con i suoi studi di anatomia, fisiologia, locomozione e sviluppo degli animali può essere considerato un precursore. Infatti, l'anatomia comparata consente di osservare le corrispondenze e differenze nella struttura dei diversi tipi di organismi, contribuendo quindi anche a identificarne eventuali analogie e affinità. (*Scheda di Approfondimento n. 1*).

Lo studio morfologico col tempo si è andato da una parte affinando e approfondendo grazie a strumenti quali il microscopio e le macchine per «vedere» all'interno del corpo (raggi X), dall'altra si è sviluppato nel senso della comprensione del funzionamento del vivente. Per lungo tempo la fisiologia è stata considerata una branca della medicina, ma l'uso esplicito di metodi sperimentali ha fatto emergere, nel XIX secolo, la fisiologia come disciplina a sé stante (*Scheda di Approfondimento n. 2*).

Molte sono state le scoperte compiute in questi campi: dall'anno 1901 a oggi, sono stati assegnati 105 premi Nobel per la medicina e la fisiologia e basta scorrere l'elenco dei 207 premiati (si veda www.nobelprize.org) per ripercorrere le tappe principali di una indagine complessa e affascinante.



Anche lo studio del corpo umano fa riferimento ai metodi della *systems biology* (biologia dei sistemi), incrocio di analisi molecolari, di modellizzazioni matematiche e di studi computazionali, che è stata definita «il nuovo paradigma della ricerca scientifico-biologica».

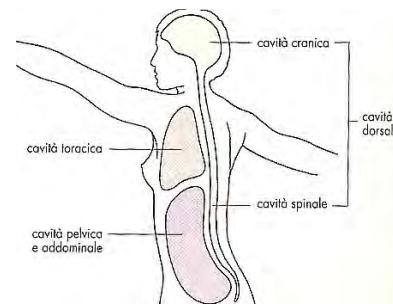
Tuttavia, neppure la grande quantità di dati raccolti dalla genomica e dalla post-genomica è sufficiente per spiegare in modo esauriente come vengono eseguite e controllate le diverse funzioni dell'organismo umano. Perciò la ricerca in ambito fisiologico prosegue a ritmi serrati, raccogliendo ancora una volta la sfida che la complessità della vita lancia all'uomo che vuole conoscere se stesso e il mondo.

Il piano organizzativo fondamentale

Il corpo umano, come quello degli altri vertebrati, ha un sistema scheletrico interno (endoscheletro) e un cordone nervoso dorsale (midollo spinale).

Ha simmetria bilaterale (ogni metà è immagine speculare dell'altra) ma molti organi interni, come il cuore, il fegato, il pancreas, lo stomaco e l'intestino, sono sistemati in modo asimmetrico.

Come mostra l'immagine a destra, all'interno del corpo si distinguono tre cavità principali: dorsale (craniale e spinale), toracica e addominopelvica, in cui sono alloggiati gli organi dei diversi sistemi.



Per descrivere la posizione dei tessuti e degli organi, è necessario usare la terminologia specifica e le convenzioni utilizzate dagli studiosi di anatomia.

Per esempio, per stabilire le relazioni tra le diverse parti del corpo, viene definita come punto di riferimento una «posizione anatomica» (immagine a fianco).

Una persona in posizione anatomica è in piedi, in posizione eretta, con la testa eretta, sguardo e palmi delle mani rivolti in avanti, braccia lungo i fianchi e dita delle mani estese, piedi in avanti e perpendicolari al corpo.

I termini anatomici come anteriore e posteriore, mediale e laterale, abduzione e adduzione sono sempre riferiti alla posizione anatomica.

Per esempio, si dice che il dito mignolo è in posizione prossimale (vicino al tronco) mentre il pollice è in posizione distale (lontano dal tronco). Di conseguenza, la posizione dell'ulna, un osso dell'avambraccio, è prossimale, mentre il radio (l'altro osso dell'avambraccio) è distale.

Attraverso il corpo passano tre piani immaginari che producono tre tipi di sezioni (sagittale, trasversale e mediana) e ad essi si fa riferimento per localizzare esattamente le strutture del corpo.

Il piano sagittale (mediano) è un piano verticale che passa attraverso il centro (di massa) del corpo (attraverso gli assi longitudinale e sagittale), dividendolo in due metà (di destra e di sinistra) uguali (piano di simmetria del corpo).

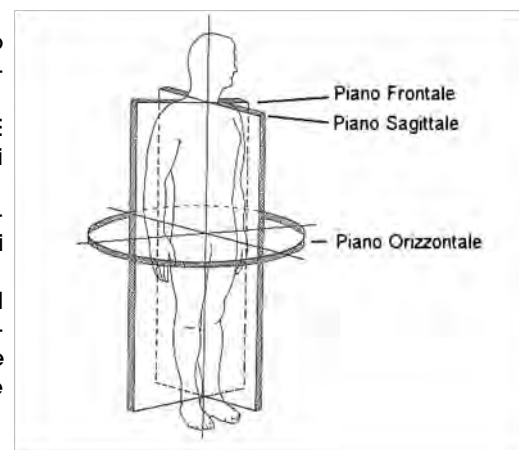
Viene definito sagittale anche un piano verticale parallelo al piano mediano, ma non necessariamente passante per il centro.

Il piano frontale è un piano verticale parallelo alla fronte e perpendicolare al piano mediano (passa per gli assi trasversale e longitudinale). Divide il corpo in parte anteriore e parte posteriore.

Il piano orizzontale o trasversale divide il corpo in due metà superiore e inferiore. È situato perpendicolarmente al piano mediano e al piano frontale e passa per gli assi trasversale e sagittale. In posizione eretta è orizzontale.

Analogamente, attraverso il corpo passano linee immaginarie, denominate assi anatomici, che vengono utilizzate per tracciare l'asse sul quale si svolgono i movimenti di rotazione del corpo.

L'asse longitudinale (verticale), è perpendicolare alla base di appoggio, quando il corpo è in posizione eretta. L'asse trasversale (orizzontale): è diretto da sinistra a destra ed è perpendicolare all'asse longitudinale. L'asse sagittale, (antero-posteriore): è diretto dalla superficie posteriore alla superficie anteriore del corpo. Questo asse è perpendicolare agli altri due assi.



Come si può vedere dalla tabella seguente, i diversi tipi di movimento sono descritti in funzione degli assi e dei piani del corpo.

Movimenti del corpo	
<p>FLESSIONE movimento per cui un segmento tende a formare con un altro un angolo sempre più acuto</p>	
<p>ESTENSIONE movimento per cui un segmento tende a disporsi sullo stesso piano dell'altro</p>	
<p>ABDUZIONE allontanamento dal piano mediale del corpo</p>	
<p>ADDUZIONE avvicinamento al piano mediale del corpo</p>	
<p>ROTAZIONE movimento compiuto da un segmento intorno al proprio asse principale</p>	
<p>CIRCONDUZIONE movimento per cui un segmento descrive un cono ad apice corrispondente al capo articolare</p>	

Come funziona il nostro corpo: classificare le funzioni corporee

Insegnando il corpo umano occorre mantenere il classico riferimento alla anatomia classica e alla fisiologia, a livello macroscopico (organi) e microscopico (tessuti, cellule) o molecolare, ma occorre rinnovare il linguaggio e il metodo.

Da una parte è opportuno superare la rigida distinzione in organi, apparati eccetera e usare il termine «sistema», (si vedano nelle *Indicazioni bibliografiche*, gli articoli di Giuseppe Del Re) con tutte le sue implicazioni concettuali; dall'altra parte si deve sottolineare costantemente la necessità di interazioni, spesso non tutte pienamente comprese, tra i vari sistemi per il mantenimento delle condizioni vitali.

In questa prospettiva, il criterio fondamentale che guida lo studio del corpo umano (e la sua presentazione) è l'omeostasi (e quindi il controllo) che l'organismo esercita, di fronte al cambiamento delle condizioni esterne, adattando l'ambiente interno in modo da mantenere le condizioni essenziali alla vita delle cellule.

In un quadro concettuale rinnovato, facendo riferimento allo schema adottato da Robert Harding Whittaker (1920-1980) già nel 1969, quando propose la suddivisione dei viventi in cinque Regni¹, possiamo raggruppare le funzioni del corpo umano, come nella tabella seguente, in: «funzioni metaboliche di base», ossia quelle che permettono all'organismo di accrescersi, svilupparsi, e svolgere tutte le funzioni vitali; «funzioni della vita di relazione», cioè quelle che permettono di interagire con l'ambiente esterno, coordinando anche le proprie reazioni ai vari stimoli e, infine, «riproduzione e sviluppo», ossia quella serie di eventi, più di una serie di funzioni, che garantiscono il perpetuarsi della vita.

Funzioni del corpo umano		
	Funzione	Sistemi Organi
Metaboliche di base permettono all'organismo di accrescersi, svilupparsi, e svolgere tutte le funzioni vitali	Nutrizione	Sistema digerente
	Respirazione (scambi gassosi)	Sistema respiratorio
	Trasporto/circolazione	Sistema circolatorio (arterie e vene, cuore)
	Regolazione dell'ambiente interno, escrezione	Sistema escretore
Della vita di relazione permettono di interagire con l'ambiente esterno, coordinando anche le proprie reazioni ai vari stimoli	Sostegno	Scheletro
	Locomozione	Sistema muscolo-scheletrico
	Coordinamento	Sistema nervoso, organi di senso Sistema endocrino
	Rivestimento e protezione	<u>Esterno</u> Tegumenti: pelle, peli <u>Interno</u> Sistema immunitario e linfatico
Per il perpetuarsi della vita	Riproduzione e sviluppo	Sistema riproduttore

La tabella è estratta e adattata da Whitaker, R.H. 1969. *New concepts of kingdoms of organisms*. Science 163: 150-161

Allora, superando la rigida schematizzazione del corpo in apparati, che implica sequenze didattiche lineari, possiamo sostenere che nel corpo esistono «sistemi di organi», definiti come gruppi di organi con una funzione comune. E possiamo definire organo un tessuto anatomicamente distinto con uno scopo specifico.

Nella tabella seguente sono riassunti i principali sistemi di organi del corpo umano e la loro funzione. Anche solo uno sguardo superficiale permette di intuire le più importanti interazioni tra i vari sistemi, ossia come le funzioni specifiche contribuiscano a mantenere funzioni di tipo generale.

Sistemi di organi nel corpo umano e loro funzione	
	Funzioni metaboliche di base
Digerente	Spezza gli alimenti in una forma in cui possano essere usati dalle cellule
Respiratorio	Introduce l'ossigeno nel corpo ed espelle il diossido di carbonio
Circolatorio	Distribuisce il sangue in tutto il corpo
Urinario (escretore)	Mantiene costante l'ambiente interno della cellula eliminando i prodotti di rifiuto
	Funzioni della vita di relazione
Muscolo-scheletrico	Sostiene, protegge e muove il corpo
Endocrino	Produce e secerne ormoni che regolano le funzioni del corpo
Nervoso	Comunica informazioni all'interno del corpo regola e coordina le attività corporee
Tegumentario	La pelle regola la temperatura e protegge dalle ferite e contro gli invasori esterni
Immunitario	Protegge e difende il corpo contro gli invasori esterni
	Riproduzione e sviluppo
Riproduttore	Continua la vita umana producendo la prole

Omeostasi, come mantenere le condizioni vitali

Ogni attività di un organismo pluricellulare richiede comunicazione, coordinazione e controllo tra le cellule del corpo che sono contemporaneamente entità individuali e parti di un intero più grande.

Per esempio, le cellule del cervello hanno bisogno di temperatura costante, di un continuo rifornimento di glucosio, devono essere immerse in una soluzione a concentrazione costante e mantenute libere dai loro prodotti di rifiuto. L'assenza di una di queste condizioni, anche per pochi minuti, può provocare danni permanenti o la morte dell'intero organismo, perciò i più importanti organi del corpo devono mantenere condizioni di equilibrio nell'ambiente interno.

Scriveva nel 1937 Filippo Bottazzi (1867-1941): «L'abilità degli esseri viventi di mantenere costanti i loro caratteri morfologici, fisici, chimici e funzionali, nonostante la estrema instabilità della materia di cui son fatti, ha impressionato tutti i biologi, antichi e moderni, tanto da indurli a ricercare le cause dei due fenomeni apparentemente contraddittori. E tutti hanno riconosciuto che essa è il risultato di meccanismi autoregolatori predisposti in modo da essere sempre pronti a intervenire.»².

La capacità di mantenere costanti le condizioni interne di fronte a rapidi cambiamenti dell'ambiente esterno è definita omeostasi. Il termine, da *homeo*, (lo stesso) e *stasis* (stare ancora), fu proposto nel 1925 da Walter Bradford Cannon (1871-1945) per indicare la complessità dei fenomeni di regolazione del corpo.

Walter Bradford Cannon (1871-1945)

Nel 1896 Walter Cannon era un giovane studente all'Harvard Medical College di Cambridge (USA), quando scoprì una tecnica di indagine che rivoluzionò la diagnostica medica: utilizzando i raggi X e il solfato di bario dimostrò che, in modo non invasivo, si poteva seguire il cammino del cibo nel sistema digerente. Nel corso degli anni riuscì a raccogliere una quantità di dati sulle fasi della digestione.

Contemporaneamente si accorse che le emozioni, o le situazioni di emergenza, hanno numerose e diverse conseguenze su molte funzioni corporee come, per esempio, l'aggiustamento della respirazione, del battito cardiaco e della pressione arteriosa. I dati dimostravano che la regolazione avveniva in modo coordinato e coinvolgeva diversi sistemi e l'organismo intero.



Ricercatore, fu contemporaneamente docente: tiene la cattedra di fisiologia proprio a Harvard dal 1906 e per 36 anni, facendo riferimento ai suoi maestri Henry Pickering Bowditch e Carl Ludwig e stimolando i suoi allievi a svolgere ricerche originali.

Dopo la prima guerra mondiale, in Europa con una unità medica, Cannon ebbe occasione di osservare nuove reazioni del corpo a situazioni di emergenza e nel 1925 propose un nuovo termine, omeostasi, da *homeo*, (lo stesso) e *stasis* (stare ancora), per indicare la complessità dei fenomeni di regolazione del corpo.

Nel 1939 (*The wisdom of the body*) Cannon scriveva [cit. in Stefano Canali, Istituto dell'enciclopedia italiana, Treccani, Roma]:

«Ci si potrebbe riferire alle condizioni costanti

che sono mantenute nell'organismo con il termine equilibrio. Questa parola tuttavia è usata nel suo preciso significato solo quando la si applica all'interpretazione di sistemi chimico-fisici relativamente semplici, di sistemi chiusi dove forze conosciute si bilanciano. I processi fisiologici coordinati che mantengono lo stato stazionario negli esseri viventi sono così complessi e peculiari - implicando il lavoro integrato del cervello e dei nervi, del cuore e dei polmoni, dei reni e della milza - che ho suggerito una speciale definizione per questi stati, omeostasi. La parola non implica qualcosa di immobile e fisso, una stagnazione. Essa vuole indicare una condizione, una condizione che può variare, ma relativamente costante.»

Ambiente cellulare

Sulla maggior parte dei libri di testo, soprattutto quelli per la primaria, quando si parla dell'acqua, si fa riferimento al valore percentuale (in peso) dei fluidi³ contenuti nel corpo e si produce una immagine in cui la sagoma di un omino - tipo bottiglia - è colorata per i 2/3 di blu (acqua).

Occorre fare chiarezza perché questa immagine è fortemente fuorviante: non si può parlare di fluidi nel corpo senza coinvolgere le cellule che costituiscono il corpo stesso. Infatti, tutte le cellule vivono immerse in un fluido (liquidi o aeriformi) e contengono al loro interno sostanze allo stato fluido.

Si definisce fluido intracellulare quello che si trova all'interno della cellula.

Invece, il fluido extracellulare è quello che si trova all'esterno della cellula e può essere di due tipi: fluido interstiziale e plasma.

Come mostra la tabella, il 60% del peso corporeo di un uomo adulto normale è costituito da sostanze allo stato fluido (per esempio 42 litri); il 20% di questo fluido è extracellulare, il 40% è all'interno delle cellule.

I fluidi e l'ambiente interno del corpo*			
			% peso corporeo
Fluido intracellulare		28 litri	40
Fluido extracellulare	plasma	3 litri	20
	fluido interstiziale	11 litri	
Fluidi totali contenuti nel corpo (TBW)		42 litri	60

*riferito a un uomo adulto normale

L'attività cellulare si svolge regolarmente se rimangono pressoché costanti le condizioni del fluido in cui le cellule sono immerse.

A livello del fluido interstiziale avvengono gli scambi di sostanze tra l'interno e l'esterno delle cellule.

Il plasma circola nel corpo e scambia ossigeno, nutrienti e prodotti di rifiuto con il fluido interstiziale.

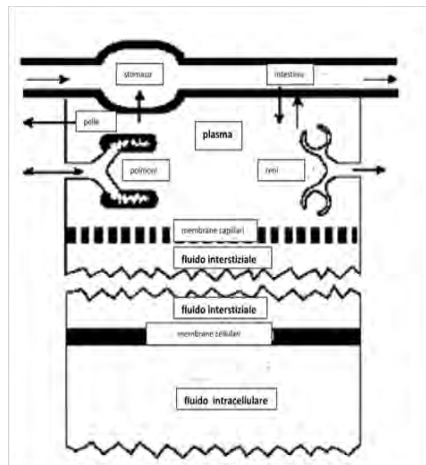
Tra l'ambiente esterno e il sistema circolatorio avvengono gli scambi durante la digestione, la respirazione e l'escrezione.

Il fluido extracellulare costituisce l'ambiente interno del corpo, mentre l'aria che circonda il corpo costituisce l'ambiente esterno.

Grazie all'omeostasi, ogni organismo garantisce alle sue cellule un ambiente interno che, anche di fronte a brusche variazioni esterne, mantiene entro un certo intervallo i valori della pressione sanguigna, della temperatura corporea, il ritmo respiratorio, i livelli di zucchero nel sangue eccetera.

Per esempio, d'inverno, quando la temperatura esterna è bassa e usciamo da casa per andare a scuola, i meccanismi omeostatici nel corpo rilevano le condizioni esterne e attivano reazioni (chimiche ma anche meccaniche) che producono calore e mantengono la temperatura interna a livello costante.

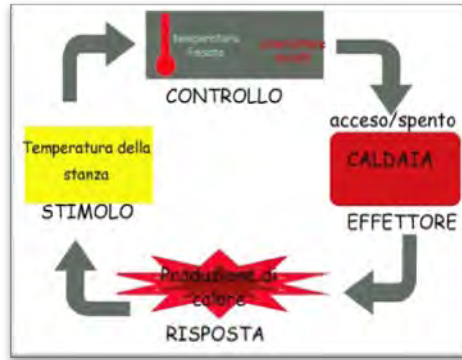
Più sotto vengono esemplificati alcuni casi di omeostasi in atto, qui importa ribadire che la vita quotidiana è segnata da eventi fisiologici con cui l'uomo riesce a mantenere se stesso nell'ambiente in cui vive. Perciò, proprio a partire dai fenomeni che ognuno sperimenta concretamente è opportuno utilizzare l'omeostasi come il punto di vista per comprendere la funzione di ogni organo e di ogni sistema del corpo.



I meccanismi dell'omeostasi

Un sistema omeostatico risponde ai cambiamenti nell'ambiente che lo circonda modificando il proprio funzionamento in modo da controbilanciarne gli effetti. I meccanismi omeostatici operano per mezzo del principio di retroazione (*feedback*) in cui le condizioni dell'ambiente ritornano al sistema e ne regolano l'attività.

Un tipico esempio di sistema a *feedback* (negativo) è un impianto di riscaldamento controllato da un termostato. Un termometro (recettore) posto nel termostato registra continuamente la temperatura dell'ambiente; l'informazione registrata viene confrontata (in un centro di elaborazione) con quella su cui è impostato il termostato; se la temperatura è inferiore a quella desiderata, viene inviato un segnale alla caldaia e questa comincia a produrre calore (effetto). Quando viene raggiunta la temperatura stabilita, la caldaia si spegne.



Schema tratto da: www.anisn.it/omodeo

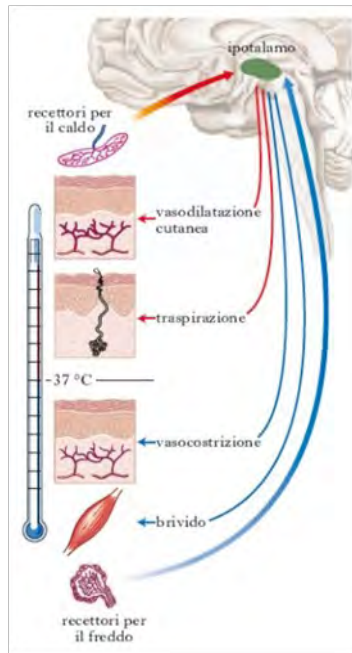
Feedback negativo

I meccanismi di *feedback* negativo sono usati per stabilizzare una situazione, o mantenere una variabile (per esempio la temperatura corporea) a un valore prefissato.

Nella parte del cervello chiamata ipotalamo è presente una serie di recettori che registrano la temperatura del sangue e la confrontano con la normale temperatura corporea che è circa 37 °C.

Se la temperatura del corpo scende sotto questo valore, vengono attivate le reazioni cellulari che ricavano energia dal cibo e il corpo produce calore. Inoltre vengono stimulate contrazioni muscolari che provocano un tremore (i brividi) che libera calore e innalza la temperatura del corpo. Quando i recettori di temperatura non percepiscono più differenze con la temperatura normale il tremore cessa.

Se la temperatura cresce troppo, è stimolata la sudorazione e l'evaporazione del sudore raffredda la superficie corporea. Questo effetto riporta la temperatura corporea al valore normale e la sudorazione cessa.



Feedback positivo

Il *feedback* positivo agisce per intensificare un particolare effetto. Durante il parto, per esempio, la pressione della testa del bambino contro le pareti dell'utero produce uno stimolo che aumenta le contrazioni dei muscoli lisci posti nella parete uterina.

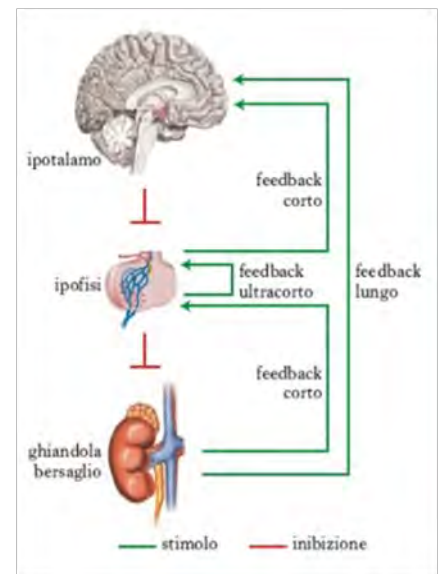
La testa del bambino preme ancora più fortemente contro la parete e le contrazioni sono ulteriormente rinforzate. In questo caso il *feedback* positivo (ogni contrazione produce uno stimolo che aumenta la forza della contrazione successiva) ha un importante ruolo fisiologico perché aiuta l'uscita del bambino dall'utero.

Omeostasi in atto: l'equilibrio idrico

I sistemi omeostatici del nostro corpo normalmente operano senza che ce ne rendiamo conto; azioni semplici come bere e mangiare, possono modificare l'ambiente interno, ma l'ambiente interno è regolato così precisamente che non ne sentiamo le conseguenze.

Per esempio, uno sforzo fisico compiuto in un giorno asciutto e caldo, provoca perdita di liquidi sotto forma di sudore; il sangue diventa più concentrato, ma l'ipotalamo (che contiene anche cellule sensibili alla concentrazione del sangue) stimola la sete e induce a introdurre nuovi liquidi; contemporaneamente stimola l'ipofisi a liberare nel sangue una sostanza chiamata ormone antidiuretico (ADH) che agisce sul rene impedendo, o limitando, l'eliminazione dell'acqua nell'urina.

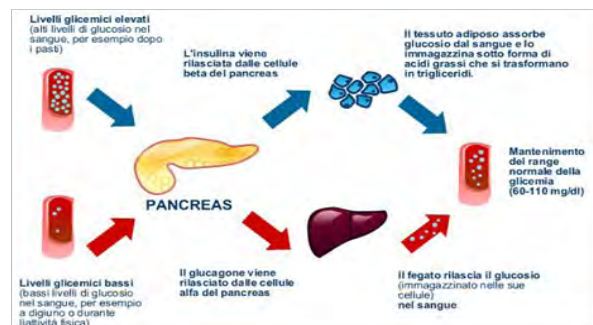
Inversamente, dopo un'abbondante bevuta, l'ipofisi libera meno ADH e i reni formano grandi quantità di urina diluita.



Omeostasi in atto: l'equilibrio degli zuccheri

Il glucosio costituisce la fonte di energia per le cellule e molte di esse lo assorbono direttamente dal sangue.

Per evitare danni dovuti a una massiccia immissione (o a una improvvisa carenza) di zuccheri nel sangue il corpo umano (tramite il fegato) controlla con precisione lo zucchero ematico. Infatti, il glucosio e gli zuccheri che il sangue assorbe dall'intestino durante la digestione, vengono immagazzinati nelle cellule epatiche, sotto il controllo dell'ormone insulina, e vengono liberati solo se i livelli di zucchero nel sangue si abbassano.



Maria Cristina Speciani (membro della Redazione della rivista *Emmeciquadro*, già docente di Scienze Naturali nei licei, autore di libri di testo)

Note

- ¹ Robert H. Whittaker, (1969) *New concepts of kingdoms of organisms*, Science 163: 150-161.
- ² Filippo Bottazzi (1867-1941), fisiologo all'università di Genova e di Napoli, ha condotto importanti ricerche sulla contrattilità del sarcoplasma e sulle sue funzioni toniche e sulla omeosmoticità e pecilosmoticità degli animali rispetto all'ambiente liquido. Il brano citato è tratto dal suo *Trattato di fisiologia*, Vallardi, Torino, 1937.
- ³ I fluidi sono sostanze liquide o aeriformi caratterizzate dalla scorrevolezza delle particelle che li costituiscono le une sulle altre. Come nella letteratura internazionale, riteniamo più opportuno usare il termine fluido per indicare i liquidi (in genere soluzioni) che costituiscono l'ambiente interno e esterno alla cellula.

Indicazioni Bibliografiche

Nell'anno 2004 Giuseppe Del Re ha pubblicato su *Emmeciquadro* una serie di articoli sul significato delle «parole della scienza»; due titoli sono strettamente correlati a questo contributo:

- Giuseppe Del Re, *Parole e scienza: sistema*, in *Emmeciquadro* n. 20, aprile 2004.
Giuseppe Del Re, *Parole e scienza: sistemi e complessità*, in *Emmeciquadro* n. 21, agosto 2004.

Tra i numerosi percorsi di didattica del corpo umano pubblicati su *Emmeciquadro* nella sezione [SCIENZ@SCUOLA](#) ne segnaliamo alcuni relativi alle cinque classi della scuola primaria:

- Maria Cristina Speciani, *Dossier Corpo Umano: Fare Scienza alla Scuola Primaria*, *Emmeciquadro* n.48 marzo 2013
Maria Cristina Speciani, *Osservare il corpo umano - Dossier (2)*, *Emmeciquadro* n.38 aprile 2010
Lorena Zorloni, *Introduzione alla nutrizione. Il primo incontro con il Sistema Digerente alla Scuola Primaria*, *Emmeciquadro* n.40 dicembre 2010
Lorena Zorloni, *La Digestione. Fare Scienza nella Seconda e Terza Classe Primaria*, *Emmeciquadro* n. 48, marzo 2013
Silvia Bonati, *La lingua e i denti. Dall'albero al corpo umano in Seconda Primaria*, *Emmeciquadro* n.38 aprile 2010

Maria Caporale, *Il Corpo Umano. Scienze alla Scuola Primaria Sostegno*, *Emmeciquadro* n.45 giugno 2012.

Mara Durigo, *Il Suono e l'Orecchio. Scienze alla Primaria: un percorso trasversale*, *Emmeciquadro* n.37 dicembre 2009

Maria Caporale, *Oltre il modello per capire. Il sistema respiratorio nella classe quinta primaria*, *Emmeciquadro* n.38 aprile 2010