

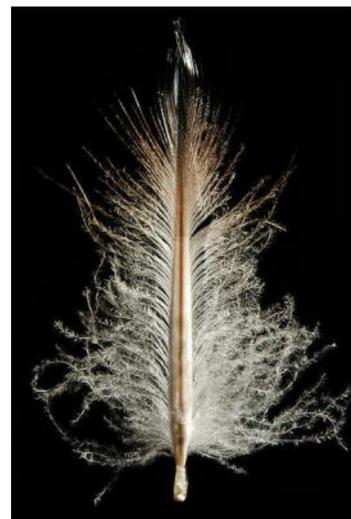
## Le schede *quasi* tecniche **IPOTERMIA**

*Questa scheda deve molto agli scritti di Andy Kirkpatrick, pubblicamente disponibili al link <http://www.andy-kirkpatrick.com/writing>, e a conversazioni con Antonio Bombelli, Veronica Cocco, Michele Di Nunzio. Molte delle spiegazioni esposte sono in realtà solo approssimazioni (corrette) dei reali processi chimici e fisici: va bene così.*

### **1. PREMESSA**

Se ci sdraiassimo nudi su un cubetto di ghiaccio, nel giro di poco lo scioglieremmo. Se invece ci sdraiassimo nudi sopra un ghiacciaio, in breve cadremmo in ipotermia, anticamera della morte. Perché questi esiti differenti? Perché due sistemi con diversa temperatura interagiscono ricercando l'equilibrio termico: gli atomi del più caldo cedono parte della propria (maggiore) energia agli atomi del meno caldo. Il calore è energia in transito. In presenza di un gradiente di temperatura il calore fluisce dai punti a temperatura maggiore a quelli a temperatura minore finché non viene raggiunto l'equilibrio termico: nel primo esempio, con lo scioglimento del cubetto, nel secondo, con il congelamento del corpo. Ma allora, come fanno gli animali a vivere tra i ghiacci?

Si prendano ad esempio i pinguini. Hanno due barriere capaci di rallentare il transito dell'energia corporea verso l'esterno. La prima è uno strato interno di grasso, la seconda è uno strato esterno di piume. Quest'ultima barriera è inoltre regolabile: serrando le piume s'intrappola aria tra di esse, aumentando l'isolamento termico, mentre allargando le piume si ottiene l'effetto opposto. Esattamente quello che fa ognuno di noi quando apre ovvero chiude la zip del giaccone. A proposito: per restare caldi non c'è nulla di meglio di una imbottitura di piume (d'oca in questo caso) perché riescono ad intrappolare aria come nessun altro materiale naturale. Ed intrappolando aria si ottiene una ottima coibentazione. Per questo i mattoni utilizzati in edilizia sono forati.



Piuma di pinguino

L'adattamento dei pinguini all'ambiente non è solo fisico ma anche comportamentale: quando soffiano i terribili venti antartici si radunano in larghi gruppi, alternandosi tra zona esterna (esposta ai venti) ed interna (riparata dai venti). Anche l'adattamento fisico dell'uomo al suo ambiente originario è davvero notevole: una temperatura interna costante di 37 gradi, un tessuto esterno (l'epidermide) traspirante ed impermeabile. Perfetto per il Serengeti, la savana africana tra la Tanzania ed il Kenya nella quale è nato. Ciò che ci proietta anni luce oltre i pinguini è però l'adattamento comportamentale. L'uomo ha scoperto come creare a domanda una sorgente di calore esterna al corpo, il fuoco, e come proteggere la sorgente interna al corpo, coprendosi di pelli animali. Per

questo fu in grado, circa sessantamila anni fa, di lasciare il Serengeti e spostarsi, lentamente ma inesorabilmente, a ogni latitudine del pianeta.

Questa scheda si occupa di come mantenere costante la temperatura interna di 37 gradi quando siamo impegnati in attività all'aria aperta in ambienti a temperature minori, come accade nella generalità dei casi all'escursionista ed all'alpinista. Due sono le leve che possiamo attivare: la prima è la regolazione dell'energia prodotta, la seconda è la regolazione del transito di energia dal nostro corpo all'ambiente esterno (aria, ghiaccio, roccia). **La produzione di energia richiede un organismo in salute, ben nutrito e ben idratato. Per rallentare l'inesorabile transito dell'energia prodotta verso l'esterno dobbiamo isolarci.** Il subacqueo s'isola con una muta di neoprene. Il corpo cede parte dell'energia prodotta al sottile strato d'acqua che si trova tra l'epidermide e il neoprene. In breve tempo intorno al sub si forma una pellicola d'acqua temperata, cioè una sorta di mini-Serengeti confortevole per la nostra sopravvivenza. Il neoprene è un pessimo conduttore termico, e quindi l'inevitabile transito dell'energia termica dal mini-Serengeti interno verso il mare esterno è molto lento. Il risultato d'insieme è che il subacqueo sopravvive a lungo in acqua. Walter Bonatti in montagna s'isolava con maglioni di lana. La lana è un intreccio di fibre naturali in cheratina nel quale restano intrappolate numerose piccolissime sacche d'aria. E l'aria intrappolata è un ottimo isolante termico, come possono testimoniare le pecore.



L'uomo, però, ha un vantaggio micidiale rispetto alla pecora. Lo stesso che ha rispetto al pinguino. L'uomo può scegliere. E l'isolamento termico è più una questione di strategia che di materiali. L'incredibile avventura dell'*Endurance* di Shackleton agli inizi del XX secolo è un inno vitale alla superiorità della strategia sui materiali. Mark Twight per il suo manuale di alpinismo estremo ha scritto la seguente epigrafe: "La strategia è oltre le tecniche. La tecnica è oltre gli strumenti". L'ultimo modello di *windstopper* della Patagonia viene dopo.

## 2. ALFABETO DELLA STRATEGIA

ASCIUTTO. Se vuoi restare caldo resta asciutto. Devi avere una strategia per la pioggia e devi avere una strategia per il sudore. Questa prescrizione è intenzionalmente in cima alla lista perché è la più importante.

CONDUZIONE. Una delle tre forme di trasmissione dell'energia, senza spostamento macroscopico di particelle. Sono buoni conduttori termici tutti i metalli (argento,

alluminio, ferro, oro, rame...) mentre sono cattivi conduttori termici il legno (per questo i mestoli sono in legno), il polistirolo, il sughero, la lana di pecora, la pomice, eccetera.

CONVEZIONE. Una delle tre forme di trasmissione dell'energia, con spostamento macroscopico di particelle. Avviene nei fluidi (liquidi e aeriformi). Tipico esempio è la convezione termica che si ha quando l'acqua è messa in una pentola sopra una fiamma. La pentola si scalda, l'acqua in basso aumenta di temperatura per conduzione, si espande e diminuisce di densità. Essendo meno densa dell'acqua circostante sale in alto, mentre la restante acqua, più densa e fredda, scende in basso. Attraverso tali moti convettivi tutta l'acqua della pentola si scalda. La convezione termica dell'aria è analoga.

CRANIO. Il cervello umano rappresenta in chilogrammi appena il 2% del corpo umano, ma ne consuma il 20% del budget energetico. Per questo a stomaco pieno si ragiona meglio. Anche per questo dal cranio è dispersa la maggiore quota di calore corporeo. Un vero e proprio radiatore per il motore umano. La saggezza popolare l'ha sempre saputo: se hai freddo copri la testa. Per questo Messner è stato Messner: non per le capacità, ma per quella chioma formidabile ☺

EVAPORAZIONE. Passaggio di un liquido allo stato aeriforme, che avviene solo alla superficie del liquido stesso, a qualsiasi temperatura inferiore a quella di ebollizione. Infatti, a differenza del fenomeno dell'ebollizione, che avviene a temperature caratteristiche per ogni sostanza (a pressione fissata) e coinvolge l'intera massa del liquido, l'evaporazione avviene a qualsiasi temperatura e coinvolge solo il pelo libero del liquido. In natura è sotto i nostri occhi l'evaporazione dell'acqua: fiumi, laghi e mari cedono continuamente parte della propria acqua che raggiunge l'atmosfera sotto forma di vapore. Quando l'acqua si scalda, infatti, l'energia cinetica aumenta; alcune molecole si muovono al punto da vincere le forze di coesione molecolare, e "scappano" nell'atmosfera. Un catino riempito d'acqua al mattino e lasciato sotto il sole, al tramonto è vuoto. L'evaporazione dell'acqua necessita di energia, l'energia necessaria ad agitare a sufficienza le molecole. Quando evapora l'acqua di un lago, il costo energetico lo sostiene il Sole, cedendo calore. Quando evapora l'acqua del risotto che cuciniamo sul fornello da campo, il costo energetico è a carico del butano della bomboletta, che si svuota. Se rovesciamo un bicchiere d'acqua fredda sopra una lastra di metallo incandescente, l'acqua evapora quasi all'istante: il costo energetico lo paga la lastra, che infatti si raffredda (i due sistemi con diversa temperatura hanno interagito ricercando l'equilibrio termico: gli atomi del più caldo hanno ceduto parte della propria maggiore energia agli atomi del meno caldo). L'evaporazione dell'acqua è facilitata quando la pressione dell'aria sovrastante è minore (per questo in alta quota l'acqua bolle ad una temperatura inferiore a 100 gradi) mentre è ostacolata quando l'aria sovrastante è umida (perché già "satura" d'acqua).

FREDDO. Termine volutamente mai utilizzato nella prima sezione della scheda, perché come scrive Andy Kirkpatrick: "there is no such thing as cold – only the absence of heat". Il titolo della scheda, infatti, è *Ipotermia*. Nella seconda sezione ci siamo rilassati, utilizzandolo.

GORE-TEX. La pietra filosofale dell'outdoor. Una membrana a maglie così strette da non far entrare l'acqua piovana e così larghe da fare uscire il vapore acqueo emesso dal nostro corpo. Non sempre così strette, non sempre così larghe.

GRAPPA. Nell'immaginario popolare, liquido salvifico contenuto in una botticella di legno al collo dei cani San Bernardo impiegati nelle operazioni di soccorso montano. Nella realtà, il suo effetto vasodilatatore provoca sì una sensazione di calore, ma breve ed effimera: la dilatazione dei vasi sanguigni regala una immediata vampata dovuta al maggior afflusso di sangue richiamato – non ad una maggiore produzione di energia

corporea. Subito dopo iniziano i guai, perché dai vasi dilatati il calore viene disperso più facilmente. La regola quindi è: non consumare alcolici quando hai freddo.

**IPOTERMIA.** Se la temperatura corporea scende al di sotto di 35 gradi le funzioni vitali non possono più considerarsi efficienti. L'ipotermia è una situazione pericolosa perché i sintomi compaiono progressivamente. È opportuno riconoscere tempestivamente i primi segnali di ipotermia: parlare a scatti, difficoltà di deambulazione, tendenza ad inciampare, confusione mentale, perdita di coordinamento degli arti, sensazione di affaticamento e di freddo, tensione muscolare e nei casi più gravi: perdita dei sensi ed infine coma. Di solito il soggetto colpito non si accorge di questi segnali, pertanto è fondamentale l'aiuto del partner. In genere si manifesta per una prolunga esposizione ad un freddo moderato piuttosto che in conseguenza di temperature estreme. Per capirci: una giornata piovigginosa con una temperatura di 10 gradi e forte vento è molto più pericolosa per l'escursionista che un veloce raid su cascata di ghiaccio per l'alpinista. Se si è in alta montagna, in attesa dell'arrivo dei soccorsi possono essere molto utili massaggi leggeri sulla superficie corporea, inoltre la persona va riparata e coperta. Somministrare abbondanti liquidi, meglio se caldi. Un eventuale decalogo di regole di base per prevenire l'ipotermia potrebbe essere il seguente: 1) vesti adeguatamente; 2) resta asciutto; 3) evita il vento; 4) resta idratato. E basta. Quella per i decaloghi è una fissazione inspiegabile.

**IRRAGGIAMENTO.** Una delle tre forme di trasmissione dell'energia, avviene nel vuoto per mezzo di onde elettromagnetiche. L'energia del Sole arriva sul nostro pianeta per irraggiamento.

**INTRAPPOLATA.** L'aria è un fluido poco denso, quindi con pochi atomi disposti ad agitarsi. A contatto con il corpo umano il fluido viene riscaldato per conduzione. A sua volta è disposto (poco, perché poco denso) a trasmettere il calore ricevuto per convezione. Tale già bassa disposizione è ulteriormente ostacolata se il fluido non può liberamente muoversi e quindi le correnti convettive non possono avere luogo. Ecco perché l'aria intrappolata è un ottimo isolante termico. L'opposto dell'aria intrappolata è il *windchill*.

**LANA.** Fibra naturale con elevato potere d'isolamento termico, non trattiene gli odori, non inquina, gode di una caratteristica efficacemente riassunta nella lingua anglossassone in *warm when wet*, calda anche se bagnata. La pregiata lana Merino, inoltre, è anche morbida e poco voluminosa. Le migliori aziende outdoor la stanno riscoprendo.

**MANI.** Ai primi avvisi di ipotermia, il cervello richiama il sangue dalla periferia al centro. Mani e piedi sono i primi ad essere abbandonati al loro destino. Mentre però i piedi in genere stanno dentro una calzatura, le mani non è detto siano al coperto: stringono la roccia, tengono aperta una cartina, impugnano un bastone. Abbiatene cura. Delle mani, dei piedi, del naso, di qualsiasi estremità.



**MOLECOLA.** La più piccola parte di ogni composto o elemento chimico, costituita da atomi uguali o diversi fra loro tenuti assieme da forze di natura elettrica, capace di resistenza indipendente e nella quale si ritrovano conservate la composizione e le proprietà chimiche caratteristiche del composto o elemento. La molecola dell'acqua è costituita da due atomi di idrogeno e un atomo di ossigeno.

**OMINO MICHELIN.** Celebre mascotte dell'azienda produttrice di pneumatici Michelin, ed anche silhouette tipica di molti frequentatori della montagna, che si ottiene quando si

antepongono i materiali alla strategia. Magari cranio e gambe scoperti, ma il busto sotto cinque strati. Negativo.

**PANTALONI.** Lunghi se si vuole aumentare la conservazione di calore, corti se si vuole diminuirli. Ogni altra regola è sbagliata. Qualsiasi motivo la detti: abitudine, look, pigrizia, machismo.

**PASSAMONTAGNA.** Una volta indossato il cappello, la giacca a vento, la sciarpa, i guanti, i pantaloni lunghi, cosa resta scoperto, alla mercé dell'effetto windchill? Naso e zigomi. Per questo è buona regola avere sempre il passamontagna nello zaino. (Peraltro, sotto il cappello, scherma ulteriormente il "radiatore").

**POLIESTERE.** Polimero contenente gruppi estere nella catena principale. Utilizzato nella produzione di vernici, adesivi, fibre. Nell'abbigliamento outdoor le fibre di poliestere sono in assoluto le più utilizzate. Capilene, Polartec, eccetera, sono tutti filati (registrati) di poliestere.

**RITMO.** Variare il ritmo può essere un'ottima strategia. Scalare lentamente permette di sviluppare meno calore. Camminare a passo costante e senza soste permette di assestare la produzione di calore su un livello costante, senza sbalzi. Accelerare il ritmo del movimento, aumentare l'esercizio muscolare, aiuta a produrre più calore. Tant'è che quando serve e non ci pensiamo noi, i muscoli si assumono il compito in prima persona, tremando.

**SACCO TERMICO.** Pochi grammi e cm<sup>3</sup> d'ingombro che possono salvare la vita in caso di emergenza. Il sacco, di materiale anti-vento, ha la superficie interna riflettente, così da contenere la dispersione termica dal corpo umano per irraggiamento (il corpo umano emette infrarossi, particolari onde elettromagnetiche). Obbligatorio averlo con sé anche per uscite di un giorno: non sono pochi, ogni anno, gli escursionisti che si perdono e sono costretti ad un'imprevista notte all'addiaccio.

**SUPERFICIE.** Maggiore la superficie non isolata, maggiore la dispersione di calore. Per verificarlo, cucinare una abbondante minestra, quindi versarne metà in una tazza molto stretta e molto alta, metà in un piatto molto basso e molto largo. La medesima quantità di zuppa raggiungerà la temperatura ambientale (cioè si raffredderà) molto più velocemente nel secondo contenitore. Il nostro corpo lo sa per istinto: quando abbiamo freddo ci raggomitiamo, quando abbiamo caldo ci sdraiamo a quattro di bastoni.

**THERMOS.** Nome con il quale è stata per la prima volta commercializzata agli inizi del XX secolo la "fiasca vuota" inventata dal chimico e fisico scozzese James Dewar. Si tratta di due fiasche infilate l'una dentro l'altra e saldate tra loro al "collo". Tra le due fiasche viene creato il vuoto, realizzando così un isolamento termico pressoché perfetto rispetto a conduzione e convezione (il trasferimento di calore avviene solo tramite le giunture al collo, e nei momenti in cui si apre e chiude il termos). In molti modelli le superfici interna ed esterna sono riflettenti, così da impedire anche il trasferimento di calore per irraggiamento. Il tè caldo resta caldo per ore ed ore di escursione su ghiacciaio; l'acqua fredda resta fredda per ore ed ore di escursione nel deserto. Notevole.

**TRASPIRAZIONE.** L'uomo perde acqua sotto forma di vapore e sudore. Chiamiamo questo processo traspirazione. La traspirazione è alla base del principale meccanismo di raffreddamento a disposizione del corpo umano. E anche se nella cornice adottata per questa scheda il raffreddamento è un pericolo da evitare, nella vita reale molto spesso è un'esigenza vitale. Perché attraverso la traspirazione ci raffreddiamo? Perché parte dell'acqua del nostro corpo evapora, e come visto l'evaporazione ha un costo energetico, che qui siamo noi stessi in carne ed ossa (letteralmente) a pagare, raffreddandoci. L'evaporazione è sia diretta (vapore acqueo corporeo) sia indiretta (evaporazione

dall'epidermide delle gocce di sudore emesse). Quando grondiamo (anche qui letteralmente) di sudore, dobbiamo fare attenzione, perché l'acqua corporea che evapora è poca in proporzione a quella che non lo fa e scorre via così com'è a rivoli sulla pelle, quindi il raffreddamento è proporzionalmente molto meno efficiente.

**WINDCHILL.** Se stiamo con le braccia scoperte alla temperatura di +15 gradi e d'improvviso qualcuno di fronte a noi aziona un potente ventilatore, sentiamo più freddo. Perché, se l'aria che ci viene soffiata sulle braccia è ovviamente a temperatura ambiente? Si chiama effetto windchill. Sull'epidermide del corpo si forma infatti una pellicola di aria calda – calda perché riscaldata dal nostro corpo – che costituisce un mini-Serengeti, e lì resta se siamo immobili ed in assenza di vento. Al solito, la pellicola da un lato è continuamente riscaldata dal nostro corpo, dall'altro cede continuamente calore all'esterno. L'aria soffiata dal ventilatore cosa fa? Spazza via la pellicola di aria calda sostituendola con aria a temperatura ambiente, cioè +15 gradi. L'aumentato gradiente termico tra la nuova arrivata ed il corpo aumenta il transito di energia. E così via, perché fino a che non viene spento il ventilatore nessuna pellicola di mini-Serengeti può formarsi. Un windstopper ha questo scopo: impedire al vento di entrare dall'esterno. L'effetto windchill viene misurato con un'apposita formula. A +6 gradi in presenza di un vento a 15 km/h sulle parti scoperte percepiamo una temperatura di +1 grado, mentre in presenza di un vento a 40 km/h percepiamo una temperatura di -7 gradi. Notevole. Ribadiamo: si tratta di temperatura percepita, un effetto dovuto all'accelerazione della velocità di transito dell'energia corporea verso l'ambiente esterno. La temperatura reale resta la stessa: per dire, l'acqua non gela a +6 gradi neanche con un vento di 100 km/h. Inoltre, agisce solo sulle parti esposte al vento. Il più comune esempio di effetto windchill è l'accelerazione della dispersione termica della minestra quando vi soffiamo sopra.



*[dicembre/2012]*