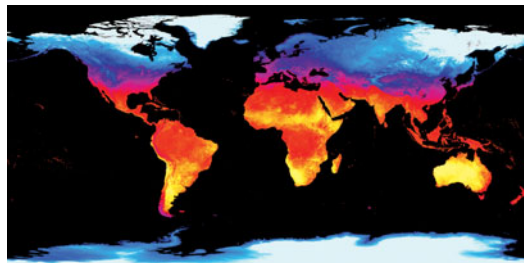


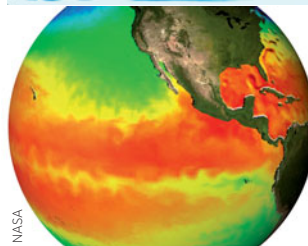
GEOFISICA

Il campo delle temperature

Il campo delle temperature è un campo scalare, definito punto per punto dalla temperatura misurata in quel punto. Il campo delle temperature non è espresso attraverso una formula matematica, ma è determinato attraverso i valori delle temperature misurati sperimentalmente. Essi non sono disposti tuttavia a caso, ma variano con continuità nello spazio in modo tale che a punti vicini siano associati valori di temperatura vicini. Nella geofisica è piuttosto comune l'utilizzo di questo concetto, per quanto riguarda la temperatura atmosferica, o degli oceani o dell'interno della Terra. In molti casi dallo studio dell'andamento della temperatura al variare della posizione nello spazio, cioè dallo studio del campo delle temperature, è possibile individuare le sorgenti termiche avvicinandosi alle quali la temperatura aumenta.



NASA



NASA

Il campo delle temperature è una grandezza molto usata nella geofisica.

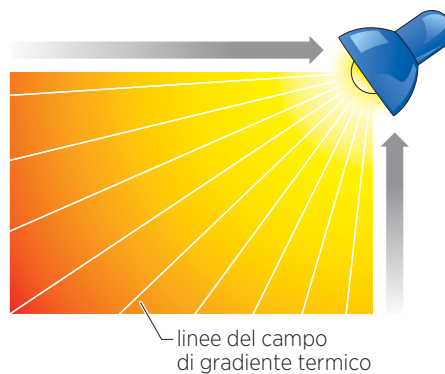
Il gradiente di temperatura

All'equilibrio termico il campo delle temperature è uniforme e a ogni punto è associato lo stesso valore. In presenza di sorgenti termiche, invece, si possono individuare alcune direzioni lungo le quali vi è variazione di temperatura. La grandezza fisica che descrive la direzione e l'entità (cioè l'intensità) delle variazioni di temperatura è detta *gradiente di temperatura* o *gradiente termico* e, dato che è rappresentata punto per punto da un vettore, ad essa è associato un campo vettoriale. In una situazione estremamente semplificata, quando in un certo ambiente è presente una sola sorgente termica, le linee di questo campo sono rette che convergono nel punto in cui essa è situata perché le variazioni di temperatura sono positive (cioè la temperatura aumenta) avvicinandosi a tale punto.

All'interno della Terra la temperatura dovrebbe aumentare regolarmente procedendo verso il centro, tuttavia il cosiddetto *gradiente geotermico* presenta delle anomalie dalle quali si possono trarre informazioni sulla presenza di altre sorgenti termiche, dovute per esempio alla radioattività delle rocce.

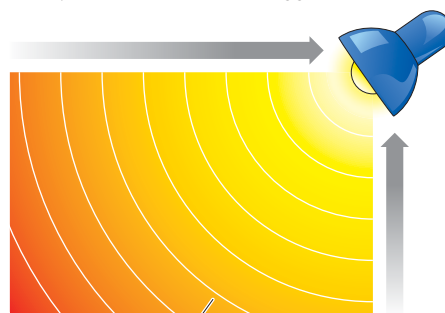
Le isoterme

Le superfici che si trovano alla stessa temperatura sono dette *isoterme*. Il gradiente termico, individuando la direzione in cui varia la temperatura, è perpendicolare a tali superfici. In una sezione bidimensionale del campo delle temperature le superfici isoterme diventano curve isoterme, come quelle che possiamo vedere nelle carte meteorologiche.



linee del campo di gradiente termico

La direzione dell'aumento di temperatura è indicata dalle frecce, l'intensità dalla scala di colori (i più chiari corrispondono a variazioni maggiori).



curva isoterma

I punti delle superfici isoterme hanno tutti la stessa temperatura; in una sezione bidimensionale del campo di temperature esse diventano curve isoterme.

DOMANDA Nell'analogia tra fenomeni termici e fenomeni elettrici la grandezza fisica analoga del campo elettrico è il campo di gradiente: qual è la grandezza elettrica analoga alla temperatura? A che cosa corrispondono le superfici isoterme?

FILOSOFIA

La psicologia della forma

Sono convinto [...] dell'esistenza di uno spazio sociale che possiede tutte le proprietà essenziali di uno spazio reale empirico e che merita da parte degli studenti di geometria e di matematica la stessa attenzione dello spazio fisico, sebbene non sia uno spazio fisico.

(K. Lewin, *Esperimenti nel campo sociale*, 1939)

Negli anni in cui il concetto di campo veniva utilizzato con successo nelle scienze fisiche, lo psicologo tedesco Kurt Lewin (1890-1947) lo estese alle scienze umane. La «teoria del campo» da lui proposta si basa su una sorta di «formula» generica in cui è contenuto il concetto per il quale il comportamento C di una persona dipende da variabili indipendenti quali la sua personalità P e l'ambiente in cui vive A:

$$C = f(P, A)$$

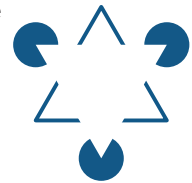
Secondo Lewin quindi il comportamento di una persona è determinato da fattori inscindibili, personalità e ambiente, che costituiscono il suo *spazio vitale*. Ampliando il ragionamento fino alle dinamiche sociali, questo modello prescrive che esse non vadano ricondotte semplicemente agli individui che costituiscono la società, ma dipendano dalla totalità dei loro rapporti sociali. L'individuo e l'ambiente, dunque, si definiscono e si integrano a vicenda in un contesto che li contiene entrambi, il campo.

La Gestaltpsychologie

Il concetto definito da Lewin va inquadrato nel contesto più ampio della *Gestaltpsychologie* o psicologia della forma, della quale egli stesso è un sostenitore. L'idea portante di questa corrente di pensiero è quella per la quale il tutto è diverso dalla somma delle sue singole parti: le caratteristiche di una società non sono la somma delle caratteristiche dei suoi singoli individui, e ciò che siamo e sentiamo non è la semplice sovrapposizione di pensieri e di stimoli, ma deriva da una complessa organizzazione degli stessi. In questo senso la percezione che ciascuno ha della realtà esterna è un elemento fondamentale per la costruzione della realtà di ogni individuo.

Per la psicologia della forma le sensazioni non sono disgiunte dalle percezioni: le immagini che riceviamo sulla retina vengono immediatamente organizzate dal sistema nervoso all'interno di un modello percettivo che consente di ricostruire la loro forma a partire da una serie di regole. Per esempio tali regole consentono di spiegare le cosiddette illusioni ottiche, immagini che ingannano la nostra percezione facendoci ricostruire mentalmente qualcosa di diverso dalla realtà esterna. Analogamente la mente ricostruisce una melodia a partire da suoni con timbri o ritmi differenti.

Il triangolo di Kaniza è emblematico di come il cervello ricostruisca immagini illusorie a partire da singoli elementi che in realtà non rappresentano tale immagine. Siamo indotti a vedere due triangoli equilateri bianchi pur non essendoci alcun triangolo equilatero bianco negli elementi raffigurati: è il nostro cervello che sovrappone tali elementi creando la forma complessiva.



Ernst Mach

Il fisico e filosofo austriaco Ernst Mach (1838-1916) è considerato un pioniere nello studio della percezione umana e, per questo, la Gestaltpsychologie può essere vista in continuità con il suo lavoro. Nei suoi *Contributi all'analisi delle sensazioni* (1886), Mach analizza i rapporti tra il mondo fisico e il mondo psichico di ognuno di noi, giungendo alla conclusione che si tratta di due realtà strettamente interconnesse: ciò che percepiamo della realtà dipende infatti da come il nostro cervello elabora gli stimoli in entrata, come si vede nel cosiddetto quadrato di Mach.

Da una figura quadrata ruotata di 45° riceviamo informazioni incomplete (per le quali la figura non viene riconosciuta immediatamente come un quadrato) e non veridiche (per le quali la figura ruotata appare più grande di quella originale).



DOMANDA Nel concetto di *campo* delle scienze umane l'individuo e l'ambiente sono integrati in un'unica realtà, così come lo sono gli oggetti e lo spazio nel concetto di campo delle scienze fisiche. Quali sono i limiti di tale analogia? (*Suggerimento*: prova a individuare il concetto di *interazione* nei due casi.)

CON GLI OCCHI DI UN FISICO

Una cascata di energia

Dalla gravità all'elettricità

Circa 10 000 anni fa terminò l'ultimo periodo glaciale e, con il ritirarsi dei ghiacci, la morfologia della superficie terrestre subì importanti trasformazioni. Nell'America del Nord, per esempio, si formarono i grandi laghi come bacini di raccolta dell'acqua di disgelo. Ma l'acqua tende ad andare verso il basso nel campo gravitazionale terrestre, e così i grandi laghi iniziarono a muoversi verso Sud, secondo le irregolarità del terreno generate dal movimento dei ghiacci che mano a mano si ritiravano a Nord. Dal lago Superiore si formò il fiume Niagara che, scavando, tracciò il suo corso tra i laghi Eire e Ontario. I differenti materiali incontrati dall'acqua, sottoposti a erosione, hanno dato luogo a diverse strutture: l'accostamento tra rocce dure e rocce friabili ha generato l'esteso salto delle cascate del Niagara, che continua ad arretrare nel tempo in seguito a processi di erosione. L'immensa massa d'acqua, sotto l'azione del campo gravitazionale terrestre, disgrega la roccia con eccezionale potenza.

Nel XIX secolo parte di questa energia fu utilizzata per alimentare la prima *centrale idroelettrica* della storia, cioè una struttura in grado di trasformare l'energia potenziale gravitazionale dell'acqua in energia potenziale elettrica.



SKMamor Alexey / Shutterstock

Le cascate del Niagara, per un dislivello di 52 metri, hanno una portata media di circa 110 000 m³ al minuto.

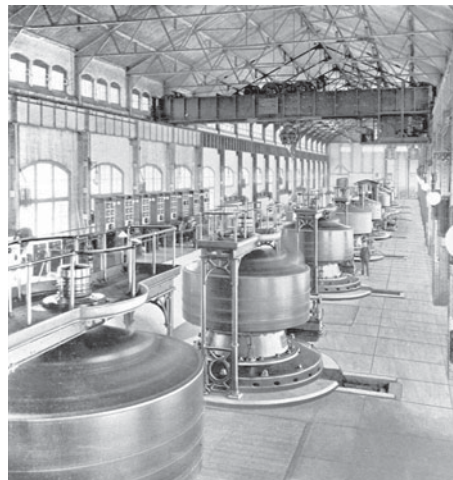
PAROLA CHIAVE Campo

DOMANDA Osservando una cascata con gli occhi di un fisico, quali campi vettoriali puoi individuare?

Una risorsa alternativa

I paesi privi di grandi riserve di carbone, ma ricchi di acqua e con un'orografia movimentata, come l'Italia, trassero notevoli vantaggi dallo sviluppo della tecnologia delle centrali idroelettriche. Il primo impianto idroelettrico italiano, situato vicino Genova, risale al 1890; ma solo dal 1898, con la costruzione della centrale di Paderno sull'Adda, l'Italia poté contare su una crescente produzione di energia elettrica per mezzo dell'acqua. Nel 1914 il 74% dell'energia utilizzata dal Paese proveniva da impianti idroelettrici e tale percentuale aumentò durante la prima guerra mondiale. A un certo punto sembrò che fosse possibile coprire l'intero fabbisogno energetico del Paese sfruttando le sue acque e si parlò addirittura di "carbone bianco", immaginando di poter fare a meno delle importazioni di carbone dall'estero. L'industria idroelettrica, infatti, giovava allo sviluppo economico italiano: favoriva gli investimenti, incrementava la produzione, promuoveva la formazione di professionalità. Tuttavia dopo la seconda guerra mondiale divenne chiaro che tale strategia di produzione energetica non era adeguata al crescente fabbisogno dell'industrializzazione e l'Italia dovette orientarsi verso la costruzione di centrali termoelettriche a combustibili fossili.

Attualmente la cosiddetta *energia idroelettrica* copre circa il 15% del fabbisogno italiano ed è considerata una fonte di *energia rinnovabile*, in quanto si rigenera continuamente via via che viene consumata e quindi non è destinata ad esaurirsi con l'uso.



L'interno della centrale idroelettrica di Edward Adams per la produzione di corrente alternata, costruita nel 1895.

Hydro-Electric Handbook, by William P. Creager and Joel D. Justin (published by John Wiley and Sons, 1927)

PAROLA CHIAVE Potenziale

DOMANDA Un oggetto che parte con velocità nulla all'interno di un campo gravitazionale si muove spontaneamente verso punti a potenziale minore. Come si muovono le cariche elettriche all'interno di un campo elettrico, in relazione al potenziale elettrico? Rispondi in 5 righe distinguendo il caso in cui si tratti di cariche positive o negative.

Quali cascate?

Negli impianti idroelettrici l'energia potenziale elettrica si ottiene a partire dall'energia potenziale gravitazionale di masse d'acqua che, dall'alto, scendono verso il basso azionando delle turbine collegate a sistemi di trasformazione. C'è quindi bisogno di un dislivello di quota e di una grande quantità di acqua che compie il salto. In alcune cascate ciò si verifica naturalmente e per convertire l'energia gravitazionale dell'acqua in energia elettrica è sufficiente convogliare il flusso idrico in condotte al cui interno sono collegate delle turbine. Quando il dislivello non è molto elevato, c'è bisogno di una grande massa d'acqua che viene incanalata nelle condotte forzate e utilizzata per far muovere le turbine. Altre volte si crea un dislivello artificiale impedendo il deflusso dell'acqua di un fiume per mezzo di una diga e creando pertanto un bacino a quota più elevata rispetto a quella del fondo valle.

Tra il Brasile e il Paraguay vi è l'impianto idroelettrico più grande del mondo, con una potenza di 14 000 MW. Si tratta della grande diga di Itaipù, che, sbarrando il corso del Paranà, forma un grande bacino artificiale esteso per circa 1350 km², che contiene circa 29 miliardi di metri cubi di acqua. Questi sono convogliati in 20 enormi turbine, una sola delle quali è in grado di coprire gran parte del fabbisogno energetico dell'intero Paraguay.



turismo.iguassu



Martin St-Amant

La diga di Itaipù tra il Brasile e il Paraguay.

Le grandi condotte dell'impianto.

Una cascata particolare

La cascata delle Marmore, in Umbria, con il suo dislivello di 165 m, è una delle più alte d'Europa ed è utilizzata per la produzione di energia elettrica. La sua particolarità sta nel fatto che, nonostante sembri una cascata "naturale", è in realtà il risultato dell'azione umana. Nel 271 a.C. il console romano Manio Curio Dentato, per bonificare l'altopiano sovrastante, nel quale il fiume Velino aveva formato dei ristagni malsani, fece costruire un canale per deviarne il corso e raccordarlo quindi con quello del sottostante fiume Nera, attraverso un salto roccioso naturale. La cascata ha dunque origine in un'opera ingegneristica, la quale comunque non si esaurì con l'intervento romano. La fusione dei due fiumi comportò, infatti, un aumento notevole della portata complessiva che, soprattutto nei periodi di piena, causava molti inconvenienti alle popolazioni che abitavano nei suoi pressi e in particolare nella vicina città di Terni. Nel tempo furono necessarie altre opere idrauliche per controllare i flussi idrici, fino a far assumere alla cascata l'odierno aspetto, molto apprezzato dai turisti. Nel XX secolo ebbe inizio il suo sfruttamento per la produzione di energia elettrica, che avviene ancora oggi.



Crobert08

Il flusso dell'acqua della cascata delle Marmore è controllato e convogliato nell'impianto di trasformazione e pertanto la cascata vera e propria è visibile solamente due ore al giorno e durante le festività.

PAROLA CHIAVE

Flusso

DOMANDA La produzione di energia idroelettrica è basata sulla presenza di un dislivello di quota e sulla quantità di acqua che fluisce nell'unità di tempo attraverso una sezione trasversale, detta portata. Qual è la relazione tra il concetto di portata e quello di flusso di un vettore attraverso una superficie?