

XVI SETTIMANA DELLA CULTURA SCIENTIFICA

(13 – 19 marzo 2006)

“Il clima”

La riflessione su questa tematica si presta molto bene ad evidenziare i complessi meccanismi di fisica dell'atmosfera che determinano aspetti fondamentali del nostro habitat, quali la temperatura media, le sue cicliche variazioni stagionali e le precipitazioni atmosferiche, meccanismi che sono inoltre alla base di fenomeni eccezionali, quali tempeste, inondazioni, uragani, frane, prolungate siccità, eccetera. Domande stimolanti per questa riflessione possono essere, ad esempio:

- Perché d'inverno la temperatura è più fredda che d'estate?
- Da quale mare od oceano (e a quale latitudine) è evaporata l'acqua che si trasforma in pioggia nelle nostre città?
- Perché il moto vorticoso degli uragani tropicali (come Katrina) che si sviluppano nel nostro emisfero (boreale) è antiorario?
- Perché le città europee sono mediamente più calde di quelle della costa est degli Stati Uniti (s'intende a pari latitudine)?
- Perché i venti prevalenti nel nostro Paese provengono da ovest?
- Perché non piove nel Sahara?
- Perché d'inverno in una notte stellata le automobili ferme al parcheggio possono ricoprirsi di brina sul tetto anche se la temperatura dell'aria, pur prossima a 0°, non scende mai sotto zero?
- Se l'atmosfera fosse priva di gas serra (principalmente vapor d'acqua e anidride carbonica) di quanti gradi diminuirebbe la temperatura media del nostro pianeta?

La riflessione può poi estendersi alle variazioni del clima che si stanno registrando in questi decenni (tra cui in particolare un piccolo aumento della temperatura media) e alle considerazioni delle possibili cause di queste variazioni, tra cui quelle dovute all'attività dell'uomo.

Il clima e le sue variazioni hanno avuto inoltre un'influenza enorme in tutto lo sviluppo della preistoria e della storia dell'umanità.

“Centralità dell'acqua”

La tematica è di ovvia grande ricchezza, prestandosi ad una estesa gamma di interessanti considerazioni di geografia, fisica, chimica, biologia, economia, tecnologia, storia e politica.

- L'acqua, che ricopre con mari ed oceani il 70% della superficie della Terra, subisce in essa un fondamentale ciclo, attivato dall'energia solare: evapora negli oceani, in particolare nelle zone equatoriali e tropicali, immettendosi nell'atmosfera sotto forma di vapore, viene poi trasferita dalla circolazione atmosferica in altre zone del pianeta (oceani e terre emerse) e infine si ricondensa e ricade sotto forma di pioggia o neve, rifluendo ai mari e agli oceani.

- La pioggia e la neve cadute sulla terraferma, dove si raccolgono formando fiumi, laghi e ghiacciai, sono attori primari delle modificazioni della conformazione del territorio (ad esempio, erodendo montagne, scavando valli, creando pianure, colmando mari).
- La circolazione delle correnti oceaniche e il ciclo dell'acqua sono elementi determinanti del clima sul nostro pianeta.
- L'acqua è un composto chimico costituito dai due elementi idrogeno e ossigeno (H₂O). Le sue proprietà fisiche sono veramente singolari: in particolare è un eccezionale solvente di tante sostanze; presenta in fase liquida una elevata capacità termica; richiede o libera elevate energie termiche nei passaggi di stato solido-liquido e liquido-vapore; presenta una densità allo stato solido minore di quella allo stato liquido (per cui i ghiacci galleggiano), eccetera. Tali proprietà, sono in stretta relazione con la struttura della molecola dell'acqua (simil tetraedrica).
- La disponibilità d'acqua è di grande importanza per l'agricoltura (e la silvicoltura).
- L'acqua è fondamentale per il fenomeno della vita, sia animale che vegetale. La gran parte dei processi biologici primari hanno alla base l'acqua. Il corpo umano è fatto per oltre il 70% di acqua.
- Lo sviluppo preistorico e storico dell'umanità è stato profondamente influenzato dalla disponibilità d'acqua. Per il possesso di sorgenti d'acqua, fiumi e laghi non si è esitato moltissime volte ad scatenare guerre accanite.
- Fino a poco tempo fa il trasporto di persone e cose per via d'acqua (fluviale, lacustre, marina) è stato molto più agevole, sicuro ed economico di quello per terra. Per questo gli insediamenti umani si sono stabiliti con preferenza lungo le coste. Ancor oggi il mezzo di trasporto di cose meno costoso è per via mare.
- L'esigenza di grandi quantità d'acqua caratteristica degli insediamenti urbani ha promosso fin dall'antichità notevoli opere di ingegneria idraulica (basti pensare agli acquedotti romani).
- L'acqua è di gran lunga il più importante fluido di processo, utilizzato in migliaia e migliaia di impianti chimici e industriali.
- Sul ciclo dell'acqua si basa la produzione di energia elettrica per via idroelettrica (che costituisce il 17% dell'energia elettrica nel mondo).

“L'energia alla base delle moderne società industriali”

La riflessione su questa tematica si presta molto bene ad evidenziare uno degli aspetti più importanti e delicati del funzionamento delle moderne società industriali.

La disponibilità da esse offerta di un'assai estesa gamma di beni e servizi, di gran lunga più articolata e sviluppata che in passato, si basa sull'utilizzazione di una grande varietà di macchine, impianti e apparecchiature, quali navi, treni, aerei, autocarri, automobili, impianti industriali, impianti per la produzione di energia elettrica, calcolatori digitali, impianti telefonici, impianti radiotelevisivi, impianti di illuminazione, impianti di riscaldamento, elettrodomestici, eccetera. Tutte queste

macchine e impianti funzionano solo se alimentate con adeguate quantità di energia nella forma dovuta (energia elettrica, energia meccanica, energia termica).

Le fonti primarie di energia sono i combustibili fossili (il petrolio, il gas naturale, il carbone), l'uranio, le fonti rinnovabili (principalmente l'energia idroelettrica e in misura assai minore l'energia solare, l'energia eolica e l'energia da biomasse), l'energia geotermica. Ciascuna di queste fonti energetiche primarie ha proprie problematiche di produzione, di trasporto dai Paesi di produzione ai Paesi di consumo, di impatto ambientale, di costo, di affidabilità del reperimento sul mercato. L'Italia è povera di fonti energetiche primarie e deve approvvigionare all'estero oltre l'80% del proprio fabbisogno: ciò costituisce un notevole problema economico e anche politico-strategico.

Una parte importante delle fonti primarie viene utilizzata per la produzione di energia elettrica. Questa produzione è realizzata principalmente negli impianti termoelettrici, negli impianti nucleari e negli impianti idroelettrici.

Gli impianti termoelettrici constano di due parti principali, la caldaia e il turboalternatore. La combustione di carbone o olio combustibile o gas naturale nel volume d'aria della caldaia genera calore ad alta temperatura, che riscalda l'acqua fluente ad alta pressione nei tubi che tappezzano le pareti della caldaia. L'acqua aumenta la sua temperatura fino a trasformarsi in vapore. Il vapore così prodotto viene introdotto in una o più turbine e trasmette ad essa o ad esse una parte importante della sua energia. L'energia meccanica del moto della turbina viene trasformata in energia elettrica mediante l'alternatore collegato rigidamente alla turbina.

Gli impianti nucleari differiscono concettualmente dagli impianti termoelettrici solo per la caldaia. In essi l'acqua si riscalda ad alta temperatura all'interno del recipiente a pressione dove avviene la reazione di fissione dell'uranio, rendendo così possibile, direttamente o indirettamente, la produzione di vapore.

Gli impianti idroelettrici trasformano direttamente l'energia di caduta dell'acqua prima in energia meccanica mediante apposite turbine e poi in energia elettrica tramite alternatori mossi dalle turbine.

Un'altra importante porzione dell'energia delle fonti primarie viene utilizzata per produrre direttamente energia meccanica (ad esempio nei motori d'automobile), utilizzando principalmente la combustione di combustibili fossili.

Ciascuno degli impianti industriali e dei motori sopradetti ha proprie problematiche di costo, di rendimento, di sicurezza, di impatto ambientale, di accettazione da parte dei cittadini, eccetera. Particolarmente rilevanti sono le problematiche ambientali legate alla combustione dei combustibili fossili, a causa dell'immissione nell'atmosfera di anidride carbonica, un poderoso gas serra. Anche per questo il risparmio energetico costituisce una esigenza primaria.

“La complessità del mondo vivente e della sua evoluzione nel tempo”

La curiosità per il mondo vivente e i molteplici tentativi di classificare il mondo delle piante e degli animali secondo un logico “filo d’Arianna” hanno visto alcune tappe scientifiche fondamentali.

Due prime figure emergono: Ulisse Aldovrandi, (1522-1605), docente di logica e altro presso l’ateneo bolognese, e poi Carlo Linneo (1707-1778), a cui dobbiamo la classificazione binomiale degli esseri viventi. Due esempi: *Homo sapiens* (uomo) e *Canis familiaris* (cane). Nel 1859 Charles Darwin (1809-1882) propose una potente teoria che suscitò notevole scalpore e crescenti consensi. Oggi, soprattutto grazie a nuove visioni come quella proposta dai paleontologi statunitensi Steven J. Gould (1941-2002) e Niels Eldredge, l’evoluzione biologica viene interpretata come lunghi periodi di stasi, dove le specie animali e vegetali rimangono immutate, e poche fasi di rottura di questi equilibri, quando interi gruppi come i dinosauri o le ammoniti si estinguono e specie diverse, come i mammiferi, si diversificano (teoria degli equilibri punteggiati).

Il tema, di grande respiro, abbraccia l’intera storia della vita sulla Terra, dai primi batteri ai primi organismi pluricellulari, fino alla comparsa dei mammiferi, poi dei primati, infine dell’*homo sapiens*. Durante questo lungo periodo di tempo (miliardi di anni) la Terra ha fruito di una sostanziale stabilità delle condizioni astronomiche. Le condizioni fisico-chimiche della sua superficie sono state perciò caratterizzate da dinamiche di entità limitata. Motori esogeni dell’evoluzione delle specie viventi sono stati il progressivo aumento della concentrazione di ossigeno nell’atmosfera per effetto di idrolisi biologica; le grandi variazioni ambientali (il susseguirsi di glaciazioni e di climi caldi); episodi di forte vulcanismo; l’impatto di meteoriti di grandi dimensioni; la tettonica a zolle, eccetera. Motore endogeno dell’evoluzione è stata la produzione di nuove varietà di specie o addirittura di nuove specie per effetto di vari meccanismi (tra cui principale il meccanismo delle mutazioni più o meno casuali del DNA al momento della sua replica generazionale). Lo studio di questo argomento consente di evidenziare: 1) la stretta connessione esistente nella biosfera tra specie e specie (una qualunque variazione indotta nella popolazione di una specie si ripercuote sulla numerosità delle popolazioni di tutte le specie ad essa “contigue” e le variazioni così determinate si estendono via via a moltissime altre specie: la biosfera è un “sistema” altamente connesso); 2) la varietà del patrimonio genetico di una specie e l’importanza di tale varietà per l’adattabilità di una specie ai mutamenti di ambiente; 3) l’enorme varietà di ambienti che presenta la Terra; 4) il meccanismo generale della sopravvivenza del più adatto.

La riflessione su questa grande tematica promuove la crescita della curiosità per l’enorme mondo della biosfera, scevra da punti di vista ideologici e finalizzata alla comprensione delle regole di fondo della trasformazione degli esseri viventi.

“Il recente grande sviluppo delle conoscenze sul cervello”

Le neuroscienze degli ultimi anni hanno prodotto una messe crescente di dati neurobiologici, che ci aiutano a meglio comprendere la complessità dei cervelli animali e umano. Il cervello e la sua complessa struttura di miliardi di cellule neuronali è un universo biologico oggi accessibile per i ricercatori neuroscienziati.

Oggi è possibile analizzare meglio la sorprendente complessità strutturale del cervello del neonato, la “rivoluzione” organizzativa che si verifica nel cervello dell’adolescente (causa non di rado di comportamenti “a rischio”) e le differenze nella struttura e nelle funzioni dei due emisferi cerebrali. Le neuroscienze hanno parzialmente chiarito le differenze nell’organizzazione del cervello maschile e di quello femminile e contribuiscono a mettere a punto strumenti per rallentare l’invecchiamento del cervello e delle prestazioni cognitive e mnemoniche nell’anziano.

Le neuroscienze hanno rivelato come il cervello sia composto di aree coinvolte nel ragionamento “razionale”, e quali siano le connessioni tra queste aree e le zone cerebrali responsabili delle emozioni, dei sentimenti e delle passioni. Questo Terzo Millennio vede coniugarsi metodo neuroscientifico e curiosità per fenomeni considerati oggetto di studi umanistici, quali razionalità e passionalità, temperamento e vincoli sentimentali.

L’Italia ha contribuito a questi progressi scientifici: il primo premio Nobèl italiano è stato attribuito nel 1906 a un neuroscienziato, Camillo Golgi. Camillo Golgi (1843-1926), scienziato e docente pavese, conseguì un premio Nobèl per la medicina o la fisiologia grazie a ricerche che premiavano l’eccellenza italiana nel campo dell’istologia del sistema nervoso. Celebrando nel 2006 il centenario del premio, è utile riflettere su come lo studio dei neuroni, unità cellulari elementari del sistema nervoso (incluso il cervello umano) oggi permetta di analizzare fenomeni complessi come le emozioni, l’apprendimento, la memoria: in particolare per comprendere (e curare sempre meglio), malattie in aumento come il morbo di Alzheimer, il morbo di Parkinson o altre sindromi neurodegenerative che accompagnano l’aumento della durata media della vita e i fenomeni antropologici di invecchiamento della società italiana.

Da Camillo Golgi origina una prestigiosa scuola di neuroscienziati italiani: in particolare spicca l’istologo torinese Giuseppe Levi (1872-1965), a sua volta maestro dei premi Nobèl Salvator Luria, Renato Dulbecco e Rita Levi-Montalcini, che hanno fertilizzato la scienza italiana e statunitense e che oggi rappresentano un utile modello professionale per i giovani studenti interessati a materie scientifiche.