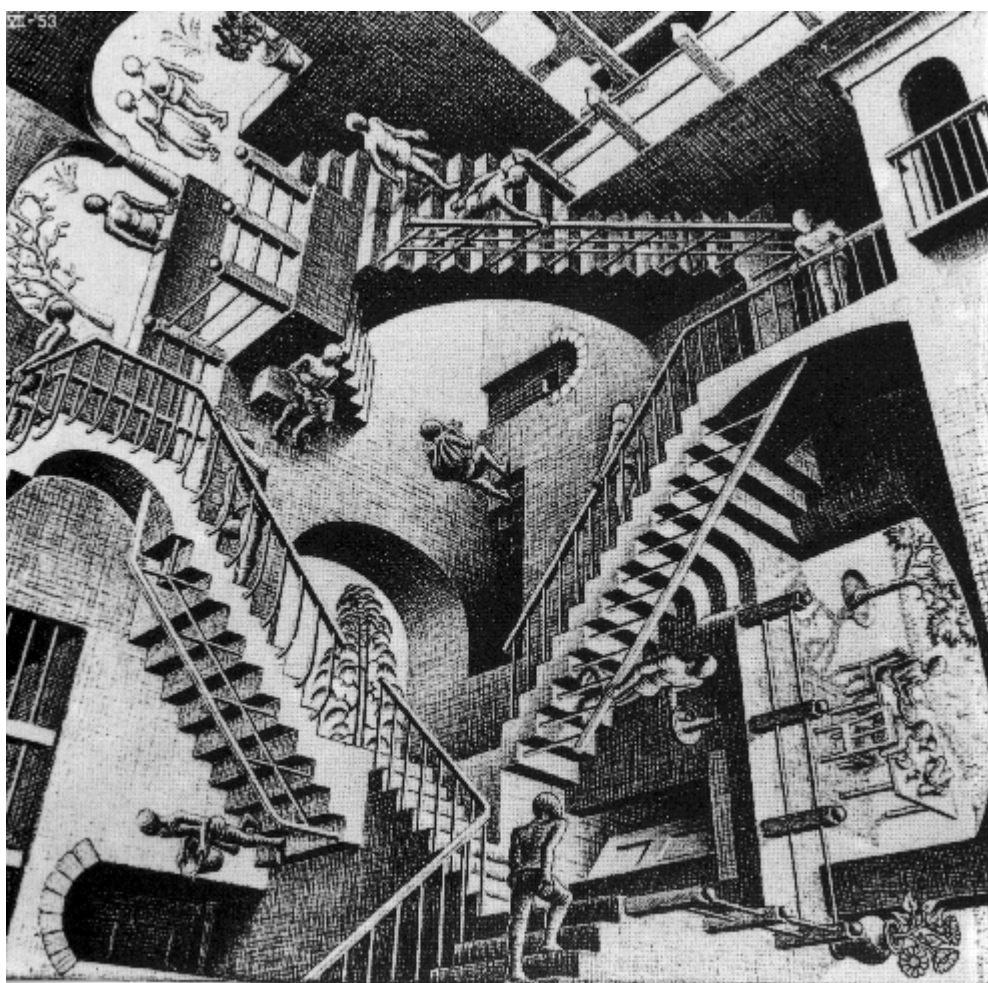


I.R.R.S.A.E. Emilia Romagna

Progetto SeT

Matematica 2000



M.C. Escher. *Relatività*.

"Su ciò, di cui non si può parlare, si deve tacere"
L. Wittgenstein. *Tractatus*.

Idee e Proposte per una Discussione

Bologna, aprile 2000

Indice

- Presentazione di F. Ciampolini	3
- Introduzione	5
- La Circolare Ministeriale 270	7
- Breve presentazione della CM 270	19
- Una cronologia del '900 scientifico	21
- I 15 temi del Progetto SeT	29
- Tema 1 - <i>Processi di cambiamento e di trasformazione</i>	31
- Tema 2 - <i>Stabilità e instabilità dei sistemi</i>	37
- Tema 3 - <i>I linguaggi della Scienza e della Tecnologia</i>	41
- Tema 4 - <i>Struttura: forma e funzione</i>	45
- Tema 5 - <i>Misura, elaborazione e rappresentazione: strumenti e tecnologie per conoscere</i>	49
- Tema 6 - <i>I materiali</i>	53
- Tema 7 - <i>Energia: trasformazioni, impieghi, fonti primarie</i>	55
- Tema 8 - <i>Informazione e comunicazione</i>	59
- Tema 9 - <i>Microcosmo e macrocosmo</i>	63
- Tema 10 - <i>Dimostrazioni e modelli</i>	69
- Tema 11 - <i>Metodo matematico, metodo sperimentale, tecnologie</i>	73
- Tema 12 - <i>La scienza del vivere quotidiano</i>	75
- Tema 13 - <i>Tecnologie e vita</i>	85
- Tema 14 - <i>Ambiente e tecnologia</i>	87
- Tema 15 - <i>I grandi fenomeni naturali</i>	89
- Altre fonti di documentazione	93
- Le Riviste	103
- Alcune proposte di esperienze.....	107
- Alcuni articoli significativi	119
- Scheda per idee e proposte.....	145

Presentazione

L'idea di promuovere la diffusione di una cultura e di una mentalità scientifico-tecnologica in un'epoca come la nostra, in cui scienza e tecnologia sono protagoniste di uno sviluppo a dir poco travolgente, non può non essere condivisa. Trovo felice anche l'idea di lanciare il progetto SeT nell'anno internazionale della Matematica, interpretando questa coincidenza come l'intenzione di volere riflettere in maniera più approfondita di quanto fin qui la scuola ha fatto sul ruolo che la matematica ha anche come "servizio" verso praticamente tutte le discipline scientifiche e tecnologiche, senza ovviamente tradire il suo ruolo principale che è quello di utilizzare l'enorme capacità formativa che le è intrinseca per preparare le menti degli allievi al rigore logico, oggi indispensabile ovunque. Che vi sia urgenza di una approfondita riflessione sul "servizio" è un tema che io sento come prioritario per colmare i tanti mancati appuntamenti tra matematica-scienza – tecnologia, ben noti agli addetti ai lavori all'interno della scuola. Ed anche nel tentativo (purtroppo assai arduo) di far scomparire lo "scandalo" di una divisione dei cittadini in due gruppi: uno (più folto) formato da chi sostiene di "capire" praticamente tutto, ma non la matematica per la quale ha sempre nutrito una fiera avversione fin da ragazzino, l'altro formato da chi la matematica ama intensamente, talvolta fin troppo al punto da far dimenticare i compiti di servizio verso le altre discipline.

Ma quello che si dice per la matematica può essere ripetuto per tante altre discipline che sono propedeutiche nei confronti delle tecnologie ,ultimo anello di una catena di formazione scientifico-tecnologica. La fisica fornisce numerosissimi esempi di disfunzioni sinergiche all'interno della scuola. Come è possibile accettare, ad esempio, che nell'ultimo anno dei licei sia quasi totalmente assente l'interazione sinergica fisica-scienze (15-ma area tematica) nello studio di grandi fenomeni naturali come i terremoti, le eruzioni vulcaniche , la circolazione atmosferica. Un'assenza che emerge chiaramente dai libri di testo. E' possibile, mi domando, formarsi una mentalità tecnologica corretta (in grado di apprezzare l'idoneità delle varie tecnologie a disposizione nell'affrontare le possibili calamità naturali) se prima non si è capito a che cosa sono dovute?

Un altro esempio (area tematica 10-ma). Come è possibile far progredire una cultura scientifico-tecnologica all'interno di Istituti Tecnici che adottano libri ove le principali dimostrazioni ad esempio dell'Elettrotecnica (cito di proposito la materia che insegno all'Università) sono omesse e invogliano quindi gli studenti a imparare procedimenti risolutivi a memoria? Potrei andare avanti a lungo citando disfunzioni che, se non vengono urgentemente eliminate, finirebbero, a mio avviso per inquinare anche le tematiche di progetti come il SeT.

Fortunatamente il progetto SeT mi pare offra molti gradi di libertà nel suo svolgimento, e quindi la sua riuscita dipenderà, a mio avviso, da come tali gradi saranno utilizzati. Personalmente suggerirei di partire molto realisticamente dalla situazione attuale della scuola procedendo dall'alto verso il basso (media superiore – media di primo grado – elementari), anche perché le scuole che si troveranno esposte subito al confronto europeo, anche in questo settore, saranno le superiori. Per le altre i tempi sono più lunghi e quindi le

preoccupazioni minori. In questa ottica mi sembra che anche i finanziamenti potrebbero essere ripartiti in maniera un po' diversa, privilegiando all'inizio più la formazione degli insegnanti (volta a colmare le numerose disfunzioni esistenti) che non gli investimenti in tecnologie intese in senso stretto (escluse ovviamente le attrezzature informatiche e telematiche che però già oggi sono abbastanza presenti nella scuola), di cui al momento attuale non vi è ancora un urgente bisogno a mio avviso.

Filippo Ciampolini
Direttivo IRRSAE Emilia Romagna

Introduzione

L'uscita della circolare ministeriale 270 (prot. n. 2475) del 12 novembre 1999, relativa ad un progetto speciale per "l'educazione scientifica e tecnologica" (Progetto SeT) ha creato subito soddisfazione e voglia di impegnarsi nelle persone che, da anni, si curano di didattica delle materie scientifiche nei diversi ordini di scuole. L'uscita della circolare alle soglie dell'anno 2000, dichiarato dall'Unesco Anno Mondiale della Matematica, ha avuto inoltre il pregio di unificare due eventi e di promuovere sinergie che possono veramente sollecitare il mondo della scuola ad impegnarsi nell'ambito indicato dalla circolare.

Molti, moltissimi i punti di condivisione con il documento di base della CM 270, fra cui indubbiamente le prime tre motivazioni che danno inizio al progetto:

- (1) "la comprensione delle leggi del mondo naturale e delle logiche di quello costruito dall'uomo, così come la comprensione ed il possesso dei metodi della matematica, delle scienze sperimentali e della tecnologia sono un aspetto essenziale nella formazione intellettuale di ogni persona";
- (2) "la mancanza di conoscenze scientifico - tecnologiche impedisce di affrontare in modo maturo le decisioni pratiche e le scelte etiche che l'intreccio fra scienza, vita personale e società impongono ad ogni cittadino";
- (3) "i contenuti ed i metodi della scienza e della tecnologia sono, anche se in modi diversi, una componente necessaria di qualsiasi professionalità"

Da questi enunciati e da altri punti del documento si evince la volontà di dare all'insegnamento scientifico quel posto e quella dignità che in altri paesi possiede e che in Italia stenta tuttora a conquistarsi. Non è sicuramente questa la sede ed il momento per discutere perché ciò sia accaduto; quello che sicuramente è vero è che nel campo della ricerca avanzata (ed anche non avanzata) nel settore scientifico - tecnologico, l'Italia rischia di ricoprire un ruolo sussidiario e gregario rispetto agli altri paesi industrializzati.

Bisogna ammettere che la soddisfazione e la voglia di impegnarsi si sono presto scontrate con l'enormità e la quantità di lavoro da proporre e da compiere. Per avere in futuro persone inserite nei piani di ricerca scientifica più avanzata o semplicemente per avere in futuro persone in grado di comprendere bene o di decodificare discretamente i fenomeni di cambiamento che una società in continuo progresso tecnologico gli propone, la scuola deve e può fare moltissimo. Ma la situazione di partenza risulta quanto mai arretrata ed in ritardo.

Di fronte ad un problema di così vasta portata, il gruppo di lavoro che si è costituito presso l'IRRSAE dell'Emilia Romagna ha deciso di muoversi in un'ottica di servizio e di informazione, procedendo a piccoli passi ed aprendosi alla collaborazione di più entità presenti sul territorio:

1) Ha radunato intorno ad un tavolo esperti provenienti dal mondo della scuola, dell'università, delle associazioni professionali; e questo nella consapevolezza che non tutti i docenti sanno, ad esempio, che esistono associazioni di insegnanti di fisica, di chimica, di scienze naturali, di matematica, di molte altre discipline. Associazioni che da anni, appoggiandosi più o meno alle università, fanno ricerca nella didattica delle varie discipline, con pubblicazioni e Convegni che non sempre hanno la risonanza che forse dovrebbero avere.

2) Ha chiesto a questo primo nucleo di collaboratori di fare ricerche bibliografiche, di censire sul territorio un primo nucleo di materiali e di competenze da proporre all'attenzione di un più vasto pubblico. Da qui nascono i primi elenchi di periodici dedicati alla didattica

delle varie discipline, gli elenchi, per ora incompleti, di materiali e di competenze presenti sul territorio. Sono stati riportati anche riferimenti ad un primo gruppo di musei, aule didattiche, supporti video e multimediali che possono essere di aiuto ai colleghi che operano nelle classi.

3) Si è assunto l'onere di vagliare e selezionare. Infatti moltissimi possono essere i materiali di vario genere prodotti sulle tematiche proposte dalla circolare del Ministero, ma non sempre tali materiali sono di reale utilità per le scuole. Come unico esempio proponiamo quello degli indirizzi di siti in Internet. A ciascuno di noi è capitato di navigare in rete per ore prima di trovare quell'unico sito che può essere utile alle nostre necessità; ed indubbiamente, nel nostro girovagare in rete, ci è capitato di imbatterci in materiali anche scientificamente scorretti; questo appare ormai come un problema a livello mondiale. Il gruppo ha lavorato nell'assoluta consapevolezza (anche per oggettivi limiti di tempo) che questo è solo l'inizio di un cammino molto più lungo; ha anche la consapevolezza che il cammino sarà molto più fruttuoso ed utile alla comunità dei docenti, se si saprà aprire ad ulteriori contributi che possano venire dal mondo stesso della scuola.

Per questo motivo, alla fine di questo fascicolo è predisposta una scheda (da tagliare e da spedire all'IRRSAE) in cui tutti i colleghi possono far pervenire materiali, critiche, consigli, suggerimenti sul SeT e sulla metodologia di lavoro che abbiamo adottato per essere di qualche aiuto alle scuole.

Speriamo di ricevere molte di queste schede e di poter far uscire, nell'anno 2001, un analogo fascicolo, integrato ed ampliato con nuove proposte.

Bologna, 3 aprile 2000

Il gruppo SeT

Anna Maria Arpinati
Giovanni Barbi
Rossella Garuti
Aurelio Geremia
Curzia Marchi
Paolo Mirone
Maria Carla Nannetti
Aurelia Orlandoni
Barbara Pecori

Si ringraziano per la consulenza fornita: Roberto Andreoli, Giulio Cesare Barozzi, Piero Bianucci, Diego Calzolari, Olivia Levrini, Maria Grazia Masi, Federico Peiretti, Antonio Tagliavini, Gianni Zanarini.

Si ringraziano per i materiali concessi la redazione di tuttoscienze (supplemento al quotidiano La Stampa), l' UMI (Unione Matematica Italiana) e il Laboratorio di Documentazione e Formazione del Comune di Bologna.

Speciali ringraziamenti a Marisa Cresci e Franca Noé senza la cui opera infaticabile questo lavoro sarebbe stato impossibile.

Si ringrazia inoltre il personale ausiliario dell'I.R.R.S.A.E.



Ministero della Pubblica Istruzione

C.M. 270 Progetto SeT

DOCUMENTO DI BASE

1. Motivazioni del progetto

Una adeguata cultura scientifica e tecnologica è una parte importante della formazione di tutti i cittadini, per almeno tre ragioni:

- la comprensione delle leggi del mondo naturale e delle logiche di quello costruito dall'uomo, così come la comprensione e il possesso dei metodi della matematica, delle scienze sperimentali e della tecnologia sono un aspetto essenziale nella formazione intellettuale di ogni persona;
- la mancanza di conoscenze scientifico-tecnologiche impedisce di affrontare in modo maturo le decisioni pratiche e le scelte etiche che l'intreccio fra scienza, vita personale e società impongono ad ogni cittadino,
- i contenuti e i metodi della scienza e della tecnologia sono, anche se in modi diversi, una componente necessaria di qualsiasi professionalità.

La cultura scientifica e tecnologica nel nostro paese, nonostante le punte di eccellenza, è carente. Se ne hanno continue prove oggettive, ad esempio, nelle indagini nazionali ed internazionali sul rendimento scolastico e nelle difficoltà che gli studenti trovano negli studi superiori universitari nel settore scientifico e tecnologico. Ma risulta anche evidente ogni volta che nasce una questione di rilevanza sociale la cui comprensione richiederebbe conoscenze scientifiche, e che invece trova la maggior parte dei cittadini totalmente sprovvisti.

Questa carenza ha origini lontane e profonde. La scuola ne è forse più vittima che causa, ma certo la formazione scientifico-tecnologica scolastica presenta diversi problemi. Basti citare:

- una presenza discontinua, non sempre ben distribuita e, specialmente nella secondaria superiore, insufficiente delle discipline scientifiche sperimentali nei curricoli; l'unica disciplina per la quale esiste oramai una continuità per tutto il corso degli studi è la matematica;
- la scarsità o mancanza totale di strumenti, salvo i libri, in alcuni ordini di scuola nei quali invece l'insegnamento delle scienze dovrebbe essere largamente basato su attività pratico-sperimentali;
- la carente formazione dei docenti, non tanto sul piano culturale quanto su quello metodologico, in particolare per quanto riguarda gli aspetti pratici;
- la scarsità di servizi (materiali, sostegni metodologici e informativi, diffusione dei risultati di ricerca, occasioni di formazione) capaci di aiutare i docenti nel loro lavoro.

Tuttavia occorre constatare che vi sono opportunità e risorse finora scarsamente utilizzate, come una importante attività di ricerca nella didattica delle scienze, una crescente diffusione delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nella scuola, l'esistenza di istituzioni, enti, associazioni, agenzie e anche imprese industriali, portatrici naturali di scienza, e applicazioni scientifiche.

Mentre il superamento dei problemi curricolari non può che avvenire nell'ambito di riforme degli ordinamenti, è possibile invece promuovere un miglioramento della pratica dell'insegnamento scientifico-tecnologico. Per ottenere questo, però, è necessario attivare una politica di sviluppo che richiede l'attivazione di iniziative strutturalmente nuove e di risorse straordinarie. Ecco quindi la necessità di un Progetto Speciale per l'Educazione Scientifico-Tecnologica (**Progetto SeT**)

2. Obiettivi

Il Progetto SeT ha come finalità fondamentale quella di favorire una crescita complessiva della cultura scientifico-tecnologica degli studenti migliorando la qualità dell'insegnamento.

L'articolazione di obiettivi che viene qui proposta ha lo scopo di creare un punto di riferimento per tutte le iniziative e per il controllo dei risultati.

a) *migliorare l'organizzazione dell'insegnamento scientifico-tecnologico*

- creando appositi spazi per tale insegnamento, ove non vi siano, e razionalizzando quelli esistenti
- favorendo un facile accesso alle risorse esterne
- migliorando la gestione delle risorse interne ed esterne

b) *migliorare la professionalità degli insegnanti*

- aumentando la loro consapevolezza metodologica
- migliorando la loro capacità di utilizzare praticamente e integrare una vasta gamma di strumenti e di risorse interne ed esterne nel loro insegnamento
- sviluppando la capacità di interagire, anche con l'aiuto delle reti telematiche, con la comunità della ricerca e dell'insegnamento scientifico-tecnologico, attraverso la ricerca di informazioni e materiali, la cooperazione, la documentazione del proprio lavoro.

c) *migliorare la qualità dell'insegnamento scientifico-tecnologico*

- promuovendo a tutti i livelli scolastici una forte integrazione fra elaborazione delle conoscenze e attività pratiche
- favorendo una didattica per problemi e per progetti
- affrontando in un quadro unitario gli aspetti scientifici e tecnologici
- creare collegamenti con la realtà che rendano evidenti le implicazioni culturali e sociali della scienza e della tecnologia

d) *migliorare la cultura scientifico-tecnologica degli studenti*

- innalzando il livello e la qualità delle conoscenze scientifiche e tecnologiche
- favorendo la padronanza e la consapevolezza dei metodi della scienza e della tecnologia
- aumentando la capacità accompagnare la riflessione teorica con la pratica della scienza e della tecnologia
- favorendo la capacità di riconoscere e valutare il valore culturale e sociale della scienza e della tecnologia, anche nella dimensione storica

Le quattro categorie di obiettivi sopra elencati sono in evidente ordine progressivo nel senso che la quarta presuppone la terza e questa presuppone la prima e la seconda. Tuttavia ciascuna di esse merita una considerazione specifica sia per la destinazione delle risorse sia per il monitoraggio.

3. Alcune opzioni di base del progetto

Il concreto sviluppo del Progetto SeT sarà determinato dalle iniziative promosse ai diversi livelli (par.4). E' però possibile preliminarmente fissare alcuni punti di riferimento e opzioni strategiche.

3.1 Una visione unitaria di scienza e tecnologia

Un punto fondamentale sul quale la collocazione scolastica dei saperi deve essere rimessa in discussione è il rapporto fra scienza e tecnologia. La separazione netta fra discipline scientifiche e tecnologiche che prevale nella scuola appare a volte artificiosa dal punto di vista concettuale e funzionale.

Scienza e tecnologia hanno finalità e metodi in parte distinti, ma non è possibile stabilire fra esse una separazione netta. La storia di questi due saperi è una storia di scambi reciproci in cui di volta in volta è successo che scoperte scientifiche abbiano dato origine a nuove famiglie tecnologiche, ma anche che la nascita di teorie abbia preso origine dalla soluzione di problemi tecnici. Anche attualmente, se si assume come contesto di riferimento l'insieme della ricerca accademica e del mondo della produzione e dei servizi, si deve constatare una continuità fra indagine teorico/speculativa, indagine sperimentale, invenzione, attività progettuali/realizzative. Rispettare tale continuità nella formazione è importante anche perché significa scegliere un modello culturale che unisce teoria e pratica, attitudini speculative e capacità di soluzione dei problemi.

La funzione e la distribuzione curricolare attribuita alla scienza e alla tecnologia nella secondaria superiore obbedisce a un modello decisamente superato. Nei Licei la tecnologia è assente e la scienza, presente in modo discontinuo, è insegnata generalmente con scarso interesse alle applicazioni e alla sperimentazione. Negli Istituti Tecnici e Professionali le scienze sperimentali hanno quella collocazione nei primi anni di corso che fu loro assegnata insieme alla funzione strumentale e propedeutica. Ma proprio tale modello è entrato in crisi sia per ragioni intrinseche (la comprensione della moderna tecnologia richiede solide basi iniziali e la capacità di un apprendimento continuo; non basta certamente l'insieme chiuso ed elementare di nozioni scientifiche che si possono apprendere fra i 14 e i 16 anni), sia perché un numero crescente di studenti si aspetta anche in questi ordini di scuola una formazione culturale più ampia e valida anche per gli studi universitari.

Per queste ragioni, a prescindere dalle prossime riforme curricolari, appare necessario fin da ora porre alla base del progetto una visione unitaria di scienza e tecnologia.

3.2 Una nozione allargata del concetto di laboratorio e di sperimentazione

Un buon insegnamento scientifico-tecnologico non può che basarsi sulla continua interazione fra elaborazione delle conoscenze e attività pratico-sperimentali. Nella pratica scolastica spesso accade che, da un lato, gli specifici processi cognitivi della scienza e della tecnologia non abbiano spazio o siano ridotti a nozioni, e, dall'altro, la pratica sperimentale sia spesso banalizzata, quando non manca del tutto.

La qualità dell'insegnamento scientifico ha quindi bisogno di un recupero su entrambi i versanti, ma un punto fondamentale, che sta alla base di questo programma, è il superamento delle carenze culturali e strutturali che impediscono le attività pratiche. Per questo la maggior parte del finanziamento alle scuole è destinati all'acquisizione di risorse.

A questo proposito occorre chiarire che il "laboratorio" dell'educazione scientifico-tecnologica non è semplicemente un ambiente chiuso e attrezzato, in cui è possibile svolgere un certo numero di esperimenti e dimostrazioni. Il laboratorio è invece l'insieme di tutte le opportunità, interne ed esterne alla scuola, utili per dare un contesto pratico all'osservazione, la sperimentazione, il progetto e la valutazione della rilevanza sociale della scienza e della tecnologia.

3.3 Le tecnologie informatiche, telematiche e multimediali come strumento

La recente diffusione scolastica delle tecnologie informatiche, telematiche e multimediali, favorita dal Programma di Sviluppo delle Tecnologie Didattiche, fornisce nuove occasioni per l'educazione scientifica e tecnologica.

Sul versante della didattica l'uso del computer come strumento di laboratorio e come elaboratore dei dati è già acquisito in alcuni ordini di scuola, ma le tecnologie oggi disponibili offrono una vasta gamma di strumenti ancora in gran parte da esplorare. Quindi, sia pure evitando di risolvere tutta la formazione in ambienti virtuali, specialmente nella formazione di base, occorre dare grande rilevanza a questo aspetto.

Più in generale le tecnologie a disposizione costituiscono strumenti straordinari per la comunicazione e la collaborazione a distanza, la ricerca delle informazioni e la gestione della didattica. L'uso di questi strumenti è una scelta strategica del Progetto SeT.

3.4 I contenuti: unità di lavoro, aree tematiche, discipline

Per comodità di gestione del progetto e di confronto fra scuole si assume come segmento minimo di programmazione didattica l'*unità di lavoro*, intendendo con questo un insieme di attività didattiche di 10-20 ore.

La scelta dei contenuti delle unità di lavoro è compito delle scuole, ma si raccomanda che tale scelta sia fatta riferendosi ad alcune *aree tematiche* che si ritengono particolarmente importanti sia per la loro valenza concettuale sia per la loro rilevanza sociale e che sono presentate in appendice. Le aree tematiche non sostituiscono i programmi delle discipline, ma costituiscono ambiti concettuali più generali. Una unità di lavoro può riferirsi a un'area tematica, ma essere rilevante anche per altre.

La collocazione delle unità di lavoro in una o più *discipline* è di nuovo un compito delle singole scuole e dipende dagli specifici curricula.

Il Progetto SeT prevede che vengano offerte alle scuole proposte e strumenti di lavoro (par 4.4). Anche tali proposte assumeranno come riferimento le aree tematiche presentate in appendice.

La scelta di riferire le unità di lavoro a temi generali e non direttamente alle discipline dipende da almeno due ragioni.

La prima ragione è la necessità di una impostazione flessibile e relativamente indipendente dagli specifici curricula. L'attuazione dell'autonomia scolastica sostituirà ai programmi tradizionali indicazioni di obiettivi e competenze e darà alle scuole la possibilità di introdurre in essi elementi di flessibilità (spostamenti di carico orario, approfondimenti e anche nuove discipline). I curricula sono poi destinati a cambiare in modo radicale nell'ambito della riforma dei cicli. Del resto già oggi i programmi della scuola elementare ed anche quelli della scuola media presentano una notevole flessibilità e i numerosi indirizzi di ordinamento e sperimentali della secondaria superiore offrono un quadro curricolare molto variegato.

La seconda, anche più profonda, ragione è che le grandi tematiche di interesse culturale e sociale non sempre sono riconducibili alle specifiche discipline, ma ne attraversano più di una. E' bene che nel loro lavoro di programmazione le scuole assumano come punto di partenza le tematiche generali, anche se poi dovranno articolarne l'applicazione didattica con riferimento alle specifiche discipline.

4. Iniziative e risorse

4.1. Linee di azione

In coerenza con gli obiettivi enunciati il Progetto SeT si propone attivare le seguenti linee di azione

A - fornire alle scuole risorse capaci di migliorare gli strumenti, le strutture e l'organizzazione didattica dell'insegnamento scientifico-tecnologico,

B - creare servizi, materiali, azioni di sostegno e opportunità formative per i docenti,

C - porre l'educazione scientifico-tecnologica come una questione di interesse generale e coinvolgere nelle azioni di sostegno alle scuole le diverse organizzazioni interessate alla scienza e alla tecnologia: istituti di ricerca, musei, enti e servizi destinati alla protezione dell'ambiente e della salute, imprese industriali.

Qualsiasi iniziativa di innovazione in un sistema complesso come la scuola non può ridursi ad una sola misura, per quanto importante. Occorre procedere con un insieme organico e strutturalmente connesso di iniziative di diverso genere e a vari livelli.

4.2 Iniziative delle scuole

Attività

Le scuole saranno invitate a formulare progetti per il miglioramento dell'educazione scientifica. I progetti delle scuole dovranno includere

- a) la programmazione di almeno due unità di lavoro e la loro sperimentazione nel maggior numero di classi possibili
- b) una attività di formazione dei docenti
- c) l'acquisizione e la predisposizione di risorse sia permanenti sia necessarie per le unità prescelte
- d) la partecipazione ad alcune attività di collaborazione in rete e, in particolare, la fornitura delle informazioni che verranno richieste in fase di monitoraggio

Le scuole sono autonome nella formulazione dei progetti, ivi inclusa la scelta dei contenuti delle unità di lavoro, ma potranno trarre vantaggio da informazioni, materiali didattici, assi-

stenza, servizi, opportunità di formazione dei docenti che saranno offerti loro sia a livello locale sia in rete.

In alcuni casi le scuole potranno aderire a particolari iniziative di sperimentazione controllata e produzione di materiali promosse da istituzioni scientifiche qualificate.

Risorse tecniche e strumentali

Per quanto riguarda le risorse tecniche e strumentali la situazione delle scuole è molto diversa in relazione non solo all'ordine a cui appartengono, ma anche alla loro storia particolare.

Poiché un punto fondamentale del progetto è la pratica sperimentale, sarà attivata una politica mirata e di finanziamenti alle scuole per migliorare tale situazione. In alcuni casi si tratterà di attivare ex novo ambienti attrezzati oggi inesistenti.

Occorre, a questo proposito, collegare strettamente l'acquisizione di attrezzature con il progetto didattico, puntando a scelte essenziali, largamente basate su materiali e strumenti di normale uso e di facile reperibilità, evitando sovrastrutture costose e artificiali. Anche per questo l'offerta di servizi in rete, specialmente se proviene da esperienze di ricerca, può dare un aiuto essenziale.

Occorre infine ricordare l'importanza delle attrezzature informatiche e telematiche, di cui le scuole sono in buona misura già dotate, come strumento che, integrato con quelli specifici, può creare un contesto assai efficace di educazione scientifica.

Sulla base di quanto detto nel paragrafo 3.2 è evidente che per garantire una pratica sperimentale non necessariamente ci si deve limitare all'acquisto di attrezzature di laboratorio, ma si possono anche investire le risorse finanziarie nella creazione di opportunità esterne di formazione pratica.

4.3 Iniziative a livello territoriale

Attività

A livello locale saranno promosse alcune attività di supporto per:

- destinare le risorse sulla base dei progetti delle scuole
- censire le risorse umane e organizzative disponibili a livello locale
- favorire la collaborazione delle scuole
- stimolare e orientare l'offerta di assistenza, coordinamento e servizi da parte di istituti qualificati a livello locale
- creare centri di risorse o migliorare quelli esistenti per dare visibilità alle risorse disponibili a livello locale
- favorire e organizzare la partecipazione ad attività nazionali come la utilizzazione di risorse e offerte formative a distanza e il monitoraggio

Risorse tecniche e strumentali

L'organizzazione di risorse a livello locale, si deve inquadrare nella organizzazione complessiva può assumere varie forme, che possono includere, ad esempio:

- centri di risorse
- reti telematiche
- strutture extra-scolastiche per l'educazione scientifica (musei, parchi ecc)

4.4 Iniziative a livello nazionale

Attività

A livello nazionale saranno garantite alcune funzioni.

- coordinamento generale
- governo delle procedure di distribuzione delle risorse alle scuole
- attivazione dei progetti nazionali per la produzione di materiali e servizi, come
 - servizi di informazione e guida
 - raccolta di esperienze e loro pubblicazione come banche multimediali
 - proposte e materiali per le scuole
 - strumenti per la formazione a distanza dei docenti
- coinvolgimento di istituzioni e associazioni scientifiche e imprese, anche tramite specifiche intese
- conduzione di progetti pilota
- monitoraggio del progetto

Risorse tecniche e strumentali

Lo strumento fondamentale per i servizi alle scuole sarà però costituito dalle reti telematiche e in particolare da Internet. I siti del Ministero della BDP e del CEDE sono un punto di riferimento, ma le diverse istituzioni potranno mettere a disposizione le loro strutture.

5. Modalità di coinvolgimento delle scuole

Nel primo anno

Poiché il primo anno ha ancora una funzione di lancio, durante la quale le scuole avranno anche una funzione pilota, mentre nello stesso tempo si creano gli strumenti di supporto (vedi i due livelli successivi), il numero di scuole coinvolte in tutta Italia si limiterà a circa 500 secondo la seguente ripartizione :

200 elementari
 150 medie
 150 superiori (queste a loro volta in proporzione ai relativi ordini)

Dato lo scarso numero di scuole impegnate non sembra opportuno procedere a una chiamata globale, ma si dovrà chiedere ai provveditori di scegliere, con l'aiuto dei gruppi di lavoro, un piccolo pool di scuole. Il pool provinciale dovrebbe avere caratteristiche di rappresentatività dei vari ordini e essere costituito, salvo i necessari aggiustamenti in base alle dimensioni della provincia, da *una elementare, una secondaria di I grado e una secondaria di II grado*.

Le 500 scuole costituiranno invitate a collaborare attraverso collegamenti telematici, con l'intento di creare una rete.

Per quanto riguarda i criteri di scelta non si deve trattare necessariamente di scuole con esperienze eccezionali nel settore, ma di scuole che presentino alcune caratteristiche di base in ordine a

- disponibilità a sperimentare almeno 2 unità di lavoro nel maggior numero di classi
- buona organizzazione
- condizioni logistiche accettabili
- possesso e capacità di usare attrezzature tecnologiche di base
- disponibilità a collaborare con le altre scuole, anche in rete, e a fornire i dati per il monitoraggio

Le scuole prescelte saranno successivamente invitate a formulare e presentare un progetto.

A regime (a partire dal secondo anno)

Negli anni successivi le scuole dovranno chiedere di essere coinvolte nel progetto un progetto che preveda il piano di attività didattiche e un piano di spesa

I gruppi di lavoro dei Provveditori, esaminando i progetti delle scuole, definiranno l'ordine di coinvolgimento delle scuole negli anni successivi sulla base dei criteri sopra elencati e di altri che potranno essere espressi.

6. Organizzazione e punti di riferimento

6.1 Le scuole

Il regolamento dell'autonomia fornisce il principale quadro di riferimento per gli aspetti organizzativi e per l'utilizzazione delle risorse umane interne alla scuola. Alle norme di tale regolamento si aggiungono quelle relative all'aggiornamento dei docenti.

E' comunque previsto che in ogni scuola coinvolta nel progetto vi sia un referente per l'educazione scientifico-tecnologica.

6.2 Il livello territoriale

All'interno del sistema scolastico i punti di riferimento organizzativo sono due:

- i provveditorati con i relativi nuclei operativi che hanno le funzioni fissate dalle direttive per l'autonomia e che possono attivare punti di servizio specifici,
- gli IRRSAE, nell'ambito delle nuove funzioni di supporto che saranno conferite dalla riforma del Ministero

Nell'ambito dei Provveditorati, è opportuno creare un *Gruppo di Lavoro*, strettamente collegato con il Nucleo per l'Autonomia, e di nominare un referente per il Progetto SeT.

Uno dei compiti di questi due punti di riferimento è quello di fare una ricognizione dei docenti che sono stati impegnati in progetti di ricerca didattica o altre attività qualificate per l'educazione scientifica e che possono costituire un importante punto di riferimento per le singole scuole e per le attività coordinate.

All'esterno del sistema scolastico occorre fare riferimento soprattutto alle istituzioni impegnate nella ricerca di didattica delle scienze e di divulgazione scientifica (università, istituti

e agenzie di ricerca, musei, etc.). Ma anche le agenzie di servizi e le imprese di produzione possono fornire importanti sostegni mettendo a disposizione le loro conoscenze e le loro strutture.

6.3 Il Ministero

Presso il Ministero funzioneranno

- un coordinamento
- un gruppo di lavoro
- un Comitato Tecnico-Scientifico
- un nucleo operativo per il collegamento degli uffici interessati

Le agenzie del Ministero (BDP e CEDE), ciascuna nell'ambito delle proprie competenze creare specifici servizi per l'educazione scientifico-tecnologica.

Le istituzioni della comunità scientifica, le agenzie e le imprese che, a seconda dell'esistenza o meno di intese formali, possono contribuire in modo più o meno coordinato ai progetti nazionali e ai supporti locali.

7. Durata del Progetto

Il Progetto è **quadriennale**. Il primo anno, come già detto, è un anno di avvio e ha una funzione pilota. Il ritmo di coinvolgimento delle scuole nei tre anni successivi dipenderà dalla distribuzione in essi delle risorse finanziarie

Appendice

AREE TEMATICHE PROPOSTE PER IL PROGETTO SeT

Le aree tematiche che qui elencate propongono nodi concettuali fondamentali sia per una esplorazione interna della scienza e della tecnologia sia per rivelare il loro valore culturale generale. Nello stesso tempo esse individuano problemi assai rilevanti dal punto di vista sociale. Si tratta di temi molto generali che possono attraversare diverse discipline. Lo scopo di questo elenco è quello di fornire un punto di riferimento sia alle scuole che debbono scegliere le loro unità di lavoro sia a tutti coloro che vogliono offrire alla scuola strumenti e opportunità per l'educazione scientifico-tecnologica.

1. Processi di cambiamento e trasformazione

La realtà è in continuo divenire e da ciò nasce la nostra idea di tempo. Tuttavia accorgersi dei cambiamenti e trovare modi per descriverli è uno dei compiti del sapere scientifico. Occorre spesso ragionare per indizi e usare immaginazione per ricostruire processi lentis-

simi o rapidissimi, per riempire fasi al di fuori della nostra esperienza. Si può rintracciare cosa resta costante e preserva identità. Ci si può avvicinare alla comprensione delle cause e delle variabili che regolano i processi attraverso il metodo del confronto guardando eventi a diverse scale di grandezza, di tempo di organizzazione come avviene nei fenomeni di crescita degli essere viventi, nelle trasformazioni morfologiche, nell'evoluzione stessa dei sistemi tecnologici.

2. Stabilità e instabilità dei sistemi

Nei sistemi, naturali e artificiali, coesistono meccanismi che tendono al mantenimento dello stato di fronte alle cause esterne che agiscono in modo da rompere e spostare gli equilibri medesimi. Questi meccanismi agiscono su ordini diversi di dimensione e di tempo e regolano l'evoluzione stessa del sistema. I meccanismi di retroazione, a livello sistemico, risultano quindi uno schema funzionale di grande potenzialità nella modellazione sia dei sistemi biologici (crescita, competizione, adattamento ecc.) sia dei sistemi artificiali (controllo, regolazione, ecc)

3. I linguaggi della Scienza e della Tecnologia

Anche la scienza e la tecnologia hanno le loro parole, le loro strutture linguistiche, i loro messaggi, che non solo sono strumenti di comunicazione, ma soprattutto di conoscenza. Nella loro evoluzione storica, la scienza e la tecnologia hanno elaborato non soltanto delle teorie e dei prodotti, ma hanno modificato sostanzialmente i modi di osservare la natura, di interpretarne il comportamento, di prevederne le evoluzioni. Il linguaggio scientifico non solo svolge un ruolo fondamentale all'interno delle discipline a cui attiene, ma è determinante nei processi di comunicazione dell'intera società contemporanea, nella sua complessità.

4. Struttura: forma e funzione

Dall'osservazione della natura sino alle tecnologie avanzate nella progettazione assistita dal calcolatore, gli oggetti possono essere studiati nella loro forma in relazione alle funzioni che essi debbono svolgere. Le "cose" possono essere così analizzate scorgendo in esse il risultato dei complessi processi che "geneticamente" contengono le tracce dei vari stadi evolutivi e sono portatrici di un bagaglio culturale frutto di una (spesso "tacita") cultura materiale. Dal "poiein" (=modellare la creta) dei Greci alle tecnologie informatiche si può sempre scorgere un rapporto fondamentale tra soggetto (agente) e oggetto (manipolato), che segue le tappe della tecnica nel suo essere dapprima "casuale", quindi pratica ed euristica e infine razionale e "tecnologica". La modellazione matematica, con le sue potenzialità di astrazione e di generalizzazione, potrà essere un valido strumento per rappresentare le caratteristiche morfologiche e funzionali dei sistemi, siano essi naturali o artificiali, ed evidenziare le complesse relazioni di causalità fra funzione e struttura.

5. Misura, elaborazione e rappresentazione : strumenti e tecnologie per conoscere

Le leggi della natura esprimono relazioni fra grandezze. La definizione delle grandezze è di tipo operativo ovvero sta nello specificare cosa si intende per misura e in che modo la grandezza deve essere misurata. Per ottenere misure attendibili bisogna sviluppare e tarare strumenti adeguati al contesto e rispettare regole e procedure. Le tecnologie rendono il procedimento di elaborazione e rappresentazione dei dati un'attività orientata allo sviluppo cognitivo. Il concetto di misura ha un ruolo centrale come strumento di validazione di ogni percorso conoscitivo in ambito scientifico.

6. I materiali

La scoperta e l'invenzione di nuovi materiali e delle relative tecnologie hanno accompagnato l'evoluzione delle società umane fin dalla preistoria. La descrizione e la comprensione delle loro proprietà consente una visione più consapevole dell'ambiente in cui agiamo, delle possibilità e dei limiti della tecnica

7. Energia: trasformazioni, impieghi, fonti primarie

Ogni fenomeno al quale assistiamo è connesso con trasferimenti di energia e con la conversione da una forma all'altra. L'energia si presenta in molte forme differenti e un piccolo gruppo di leggi molto generali sta alla base di ogni possibile processo di trasformazione da una all'altra di tali forme,

8. Informazione e comunicazione

Dopo la società agricola e industriale la società contemporanea è caratterizzata dalle trasformazioni legate alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Alcuni modelli della comunicazione, come trasmissione di messaggi che contengono informazioni, possono essere applicati all'interazione fra esseri viventi, a quella fra macchine e a quella fra i primi e le seconde. La comunicazione fra macchine, la rappresentazione dell'informazione e la sua misura possono essere studiate sulla base di modelli matematici che costituiscono la base delle tecnologie della comunicazione e dell'informazione. L'elaborazione e la rappresentazione dell'informazione mediante linguaggi e strumenti oramai comuni, consente di creare semplici "laboratori" dell'informazione. La complessità raggiunta dai linguaggi e dai processi di elaborazione delle informazioni pone all'attenzione anche problemi di grande portata, come il rapporto fra naturale e artificiale in ambito cognitivo, la natura dell'informazione come risorsa e gli aspetti sociali del suo trattamento.

9. Microcosmo e macrocosmo

L'uomo, con l'invenzione di strumenti che hanno ampliato le sue possibilità osservative, negli ultimi due secoli ha scoperto l'esistenza di due nuovi mondi al di fuori della sua dimensione, nell'estremamente piccolo e nell'estremamente grande. Poiché l'esperienza quotidiana è limitata a fenomeni a scala "umana", quelli a scala microscopica e macroscopica spesso contrastano col senso comune.

10. Dimostrazioni e modelli

L'uso dei modelli, matematici e analogici, è strategico nel processo di comprensione della realtà, sia per verificarne leggi e comportamenti, sia, a volte, per l'indicazione di nuovi spunti di ricerca. A livello educativo ed epistemologico si tratta di confrontare il metodo "induttivo" con forme più rigorose di argomentazione scientifica fino ad arrivare alla dimostrazione logico-matematica. La tecnologia offre per questo validi strumenti didattici.

11. Metodo matematico, metodo sperimentale, tecnologie

Le specificità del metodo matematico e del metodo sperimentale vanno evidenziate anche in correlazione con l'uso delle tecnologie che via via si rendono disponibili. Il certo e il probabile possono essere due modi di interpretare i fenomeni reali che andrebbero enfatizzati nella pratica didattica.

12. La scienza del vivere quotidiano

Comprendere i fenomeni del vivere quotidiano significa saperli ricondurre a particolari manifestazioni di leggi generali. E' interessante, sia dal punto di vista didattico, sia metodologico, proporre repertori e schede di "eventi" rilevati nel vivere quotidiano, per spiegare ciò che accade intorno a noi.

13. Tecnologie e vita

Il ruolo delle scienze applicate e delle tecnologie nella produzione e nell'esaurimento di risorse e servizi, nella loro circolazione, nel controllo e verifica degli effetti sull'ambiente, nel rapporto con i rischi naturali, nella produzione di nuovi rischi è sempre più importante nella società contemporanea. Proiettarsi sul futuro permette di passare dalla comprensione alla previsione informata e alla progettualità prendendo in considerazione aspetti economici e processi decisionali. Particolare attenzione meritano, al giorno d'oggi, le biotecnologie, intorno alle quali è necessario sviluppare una particolare sensibilità non soltanto scientifica, ma anche etica e sociale.

14. Ambiente e tecnologia

La consapevolezza dei limiti dello sviluppo e dell'impatto anche negativo dei sistemi di produzione sull'ambiente è cresciuta negli ultimi decenni. L'uso appropriato di scienza e tecnologia offre strumenti indispensabili per l'analisi e il controllo dell'impatto ambientale.

15. I grandi fenomeni naturali

Alcuni importanti eventi naturali (terremoti, eruzioni vulcaniche, inondazioni etc.) hanno una grande importanza nella vita degli uomini. L'interpretazione del rapporto uomo-fenomeni naturali può adottare diversi punti di vista o paradigmi teorici: deterministico, possibilistico, strutturale, funzionale. La dimensione tecnologica ha un ruolo centrale nella previsione e prevenzione. Poiché la lunghezza del tempo geologico e la ciclicità di molti fenomeni non sono percepibili nell'arco dell'esistenza umana, è opportuno ricorrere a modelli teorici e pratici con l'aiuto di tecnologie semplici o sofisticate.

Breve presentazione
della Circolare Ministeriale n. 270 del 12 novembre 1999
 (a cura di Giovanni Barbi – I.R.R.S.A.E. Emilia Romagna)

PROGETTO SPECIALE
PER L'EDUCAZIONE SCIENTIFICO-TECNOLOGICA

1) Il contesto

La C.M. 270 prende le mosse da un'analisi impietosa della situazione italiana in relazione alla diffusione delle conoscenze scientifiche e tecnologiche.

Cosa tanto più importante in quanto questo genere di "sapere" viene assunto anche come base per scelte di natura etica e politica: "ogni volta che nasce una questione di rilevanza sociale la cui comprensione richiederebbe conoscenze scientifiche ... trova la maggior parte dei cittadini totalmente sprovvoluti". [All.A pag.1]

Le conoscenze scientifiche e tecnologiche sono finalmente riconosciute come base fondamentale del sapere individuale, dell'agire sociale e della loro continua e sistematica interazione.

2) Il calendario e le risorse finanziarie

Il progetto avrà durata quadriennale (1999 - 2002), nel primo anno i Provveditorati (con l'ausilio di Gruppi di Lavoro appositamente costituiti) identificheranno 500 scuole con esperienze pregresse. Il finanziamento complessivo per l'anno 1999 ammonta a 7 Miliardi da ripartirsi tra istituti scolastici (5/6) e Gruppi di Lavoro (1/6).

A scuole elementari, medie, istituti superiori di istruzione liceale e artistica verrà assegnato un fondo medio di 14 milioni (il MPI raccomanda di destinarne 10 all'acquisto di attrezzature e 4 alle attività di formazione dei docenti e di produzione dei materiali), agli istituti tecnici e professionali, data la maggiore dotazione di strumentazioni, verrà assegnato un fondo medio di 4 milioni per le attività di formazione e produzione. A ogni Gruppo di Lavoro è assegnato uno stanziamento di 2 milioni.

Negli anni seguenti gli istituti coinvolti saranno selezionati sulla base di specifici progetti elaborati direttamente dalle scuole. Non sono, al momento, disponibili i dati relativi al numero e alla tipologia degli istituti coinvolti, all'ammontare delle risorse finanziarie.

3) Gli obiettivi fondamentali

Fatto salvo l'obiettivo generale: favorire la crescita complessiva della cultura scientifico-tecnologica, sono stati identificati quattro obiettivi specifici che dovranno rappresentare un punto di riferimento per tutte le iniziative e la base per il controllo dei risultati:

- a) migliorare l'organizzazione dell'insegnamento scientifico-tecnologico;
- b) migliorare la professionalità degli insegnanti;
- c) migliorare la qualità dell'insegnamento scientifico-tecnologico;
- d) migliorare la cultura scientifico-tecnologica degli studenti. [All.A pagg. 2-3]

4) L'impegno richiesto alle scuole

Gli istituti dovranno in linea di massima essere disponibili all'elaborazione di almeno due *unità di lavoro*.

"Le unità di lavoro sono percorsi didattici di 10-20 ore definiti dalle singole scuole."

“Le unità di lavoro saranno definite dalle scuole con riferimento ad *aree tematiche* (vedi il punto 9) di particolare importanza culturale e sociale.”

“Le unità di lavoro troveranno collocazione in una o più discipline secondo la programmazione didattica delle singole scuole.” [All.A pag.5]

5) Il superamento delle discipline

Da un punto di vista generale è evidente che la maggior parte delle grandi aree tematiche indicate dal MPI non è riconducibile ad una specifica disciplina. Più interessante è invece l'esplicito riferimento alla necessità di impostazioni flessibili che possono prevedere spostamenti di carico orario o addirittura l'introduzione di nuove discipline, tutto già nell'ottica dell'autonomia degli istituti e del radicale mutamento dei curricula implicito nella riforma dei cicli.

6) Il concetto di laboratorio

E' molto insistito il richiamo alla necessità di pratiche sperimentali concrete e realmente operative, in questo contesto risulta naturalmente centrale il concetto di *laboratorio* che non deve essere semplicemente “un ambiente chiuso e attrezzato” [All.A pag. 4] ma deve estendersi ben oltre la scuola onde sfruttare tutte le opportunità offerte dal territorio per dare un “contesto pratico”, concreto all'osservazione, alla sperimentazione e alla valutazione della rilevanza sociale della scienza e della tecnologia” [All.A pag. 4]. Risulta così fondamentale il rapporto con altre “istituzioni, enti, associazioni, agenzie e anche imprese industriali, portatrici naturali di scienza, e applicazioni scientifiche”. [All.A pag. 2]

7) Il ruolo dell'informatica

All'informatica non è riservato un ruolo specifico ma risulta, soprattutto nei suoi aspetti legati al trattamento dei dati e alla comunicazione, un elemento di fondo indispensabile. Le scuole selezionate dovranno essere connesse al WEB ed usare regolarmente la posta elettronica. Addirittura le reti telematiche costituiranno “lo strumento fondamentale per i servizi alle scuole” [All.A pag. 9], ai siti della BDP, del CEDE e del Ministero verranno affidati compiti di supporto e di formazione on-line.

Le tecnologie informatiche paiono offrire il contesto naturale di sviluppo del progetto stesso che, in questo senso, si delinea come una prosecuzione del Programma di Sviluppo delle Tecnologie Didattiche.

8) Le iniziative di supporto

Tutta la struttura centrale e periferica del MPI fornirà sostegno e supporto alle scuole coinvolte nel Progetto. Si è già detto delle risorse telematiche disponibili, a queste si affiancheranno altre iniziative a livello locale organizzate dai Provveditorati e dagli I.R.R.S.A.E. nell'ambito delle nuove funzioni che saranno conferite dalla riforma del Ministero.

9) Le aree tematiche

Per la definizione ed una breve descrizione delle 15 aree tematiche intorno a cui si articola il Progetto rimandiamo all'appendice A della C.M. 270 (qui a pag. 15)

Una cronologia del '900 scientifico

Proponiamo nella prima sezione del fascicolo un documento che riporta una scelta (con tutti i relativi rischi di parzialità ed incompletezza) delle maggiori scoperte scientifiche e dei più rilevanti mutamenti epistemologici del XX secolo.

In una scuola che vuole essere innovativa, in una scuola che vuole guardare alle origini storiche del suo sapere, senza perdere contatto con la realtà presente, ci sembra utile un documento di questo genere. Nei libri di testo in uso, troveremo infatti moltissime informazioni sulle scoperte dei secoli passati, ma quasi nulla sul progredire della scienza e dell'epistemologia negli ultimi anni.

- 1889 Peano pubblica *Arithmetices principia, nova methodo exposita* in cui sono esposti i suoi celeberrimi assiomi per l'aritmetica
- 1899 Hilbert pubblica i 21 assiomi peculiari della sua geometria
- 1900 Primo film sonoro
Max Planck divulga la "teoria dei quanti"
- 1901 Marconi stabilisce trasmissioni radio attraverso l'Atlantico scoperti i gruppi sanguigni, l'adrenalina, primo ormone e neurotrasmettitore
- 1902 Rutherford e Soddy scoprono la disgregazione radioattiva
Stanford ipotizza che il patrimonio ereditario sia contenuto nei cromosomi
- 1903 Volo dei fratelli Wright

- Einthoven inventa il primo elettrocardiografo
 Ziolkowski pubblica un fondamentale trattato di astronautica
- 1904 Koch scopre il batterio della tubercolosi
- 1905 Einstein espone la relatività ristretta e spiega l'effetto fotoelettrico
 Fleming inventa il diodo, prima valvola termoionica
- 1906 Frederick Hopkins scopre le vitamine;
 Fessenden effettua la prima trasmissione radio
- 1907 Baekeland inventa la plastica che comincerà ad essere prodotta nel 1909
- 1908 Morgan scopre che la sede dell'ereditarietà dei caratteri si trova nei geni;
 Haber sintetizza l'ammoniaca
 Primo attraversamento aereo della Manica
 Lenin, *Materialismo ed empiriocriticismo*
- 1909 Whitehead e Russell pubblicano *Principia Mathematica*
 Geiger costruisce il primo misuratore della radioattività
- 1910 Onnes scopre la superconduttività
- 1911 Rutherford espone il suo modello atomico
- 1912 Wegener espone la teoria della deriva dei continenti
 Hess scopre i raggi cosmici
- 1913 Bohr espone il suo modello atomico
- 1914 Diagramma HR per la classificazione delle stelle
- 1915 Leavitt studia le Cefeidi
- 1916 Einstein pubblica la relatività generale
- 1917 Scoperta l'eparina
- 1918 Le nebulose vengono identificate come galassie
- 1919 Eddington fornisce prove per la relatività generale
 Rutherford effettua la prima trasmutazione artificiale di un elemento chimico
- 1920 Cominciano le trasmissioni radio
 inventato spettrografo di massa
- 1921 Banting e Best scoprono l'insulina
 Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus*
- 1922 Oparin elabora una teoria sull'origine della vita
- 1923 De Broglie espone la meccanica ondulatoria
 scoperto l'effetto Compton
 Banach elabora la teoria degli spazi vettoriali normali e completi
 Tricomi pubblica l'equazione omonima che descrive il moto di un oggetto a velocità supersonica
- 1924 Utilizzato per la prima volta l'encefalogramma
 provata l'esistenza della ionosfera
- 1925 Heisenberg, Born e Jordan pubblicano teorie sulla meccanica quantistica
 Pauli espone il principio di esclusione
- 1926 Prima trasmissione televisiva
 Schrödinger elabora l'equazione della meccanica ondulatoria
 Goddard costruisce il primo razzo a propellente liquido
- 1927 Charles Lindbergh attraversa in volo l'Atlantico
- 1928 Hubble osserva l'effetto Doppler nelle radiazioni galattiche
 Fleming scopre la penicillina
 Dirac ipotizza l'antimateria
- 1929 Hubble espone le sue teorie sull'espansione dell'universo
 Pauli ipotizza il neutrino
 Land costruisce le lenti polarizzate
 costruita la prima Tv elettronica
 von Neumann introduce anelli di operatori poi chiamati algebra di von Neumann
- 1930 Tombaugh scopre Plutone

- 1931 Gödel espone il teorema di incompletezza dell'aritmetica
 Ruska inventa il microscopio elettronico
 nasce la radioastronomia
- 1932 Lawrence e Livingston costruiscono il primo ciclotrone
 Anderson scopre il positrone, Urey il deuterio e Chadwick il neutrone
- 1933 Fermi ipotizza l'interazione debole
- 1934 Joliot-Curie scoprono la radioattività artificiale
- 1935 Domagk scopre i sulfamidici
 Carothers crea la prima fibra di nylon
 Yukawa teorizza l'interazione forte
 Gentzen elabora i calcoli di deduzione naturale
 Popper pubblica *La logica della scoperta scientifica*
- 1936 Pirie e Bawden identificano per la prima volta un virus
 Bovet isola il principio attivo dei sulfamidici
 Kleene contribuisce alla teoria della ricorsività
- 1937 Alan Turing sviluppa la macchina di Turing
 Segrè scopre il tecnezio
 Zwicky ipotizza la materia oscura
- 1938 Scoperta la fissione dell'atomo
 Bethe e Weizsacker descrivono le reazioni energetiche delle stelle
 Morse sviluppa la teoria che porta il suo nome sulle equazioni differenziali parziali
 Zuse costruisce Z1, elaboratore per calcolare lo stress dei materiali in aeronautica
 Kolmogorov assiomatizza il calcolo delle probabilità
- 1939 Scoperte le proprietà insetticide del DDT
 costruito il primo aereo a reazione
 Oppenheimer e Snyder forniscono ipotesi sui buchi neri
- 1940 Florey e Chain sviluppano la penicillina come farmaco
 Landsteiner e Weiner scoprono il fattore Rh nel sangue
 inventato il radar
 effettuata la prima trasmissione tv a colori
 scoperti plutonio e nettunio
- 1941 *Fantasia* primo film con colonna sonora stereofonica
- 1942 Inizia il Progetto Manhattan
 Fermi costruisce un reattore uranio/grafite
 costruita la V2
 costruito il sonar
- 1943 Colossus il progenitore dei calcolatori
 Biro inventa la penna a sfera
- 1944 Avery scopre che l'ereditarietà è nel DNA
 Kolff inventa il rene artificiale
 Reichenbach studia una sistemazione della teoria della fisica quantistica Hopper
 lavora al computer Mark I
- 1944 Clarke identifica l'orbita dei satelliti geostazionari
- 1945 prima bomba atomica testata in New Mexico
 MacLane introduce il concetto di categoria nella matematica
 Libby inventa il metodo di datazione X14 basato sul carbonio
- 1946 costruito il calcolatore Eniac ad opera di Mauchly ed Eckert
 inventato il forno a microonde
- 1947 Invenzione del transistor
 costruito il primo reattore nucleare veloce
 superato il muro del suono
 Gamow introduce la teoria del Big Bang (il nome sarà introdotto nel 1950 da Fred Hoyle)

- 1948 Gabor inventa l'olografia
costruisce la prima macchina fotografica Polaroid
viene esposta la teoria dell'elettrodinamica quantistica
- 1949 Barr scopre la cromatina
Hopper lavora al computer UNIVAC e crea Flow-matic il primo data-processing
compiler che darà origine nel 1959 a COBOL
- 1950 Doll mostra relazione fra sigaretta e cancro
Mauchly lavora a BINAC (computer binario automatico)
Hamming lavora su codici per trovare e correggere gli errori nella programmazione
- 1951 Montalcini scopre il fattore di crescita nervosa
Quine pubblica *Due dogmi dell'empirismo*
- 1952 Inventata la bomba H
- 1953 Clonata una rana
Watson and Crick determinano la struttura del DNA
- 1954 Natta sintetizza il polipropilene isotattico
primo trapianto di rene
primo sommergibile nucleare
vaccinazione antipolio Salk
prima cella fotovoltaica
Thom introduce la teoria del cobordinismo nella topologia algebrica
- 1955 Segrè scopre l'antiprotone
inventate le fibre ottiche
- 1956 Reine scopre il neutrino
prima registrazione di trasmissione TV
costruito il motore rotativo
Tarski pone le basi della semantica contemporanea
- 1957 Lo Sputnik in orbita segna l'inizio della ricerca spaziale
esposta la teoria della superconduttività
scoperto l'interferone
Sabin sviluppa un vaccino antipolio
Backus introduce Fortran
- 1958 Scoperte le fasce Van Allen
lanciato il primo satellite con transistor a bordo
Kreisel pubblica *Significance of consistency proof*
- 1959 Immagini della Luna dal satellite Lunik
Kilby inventa il circuito integrato
- 1960 Nascita della rete informatica Internet
inventato il primo laser
Gell-Mann ipotizza i quark
Dulbecco scopre i virus oncogeni
- 1961 Nirenberg, Holley e Khorana decifrano le 4 lettere del codice genetico
Monod e Jacob scoprono l'RNA messaggero
elaborazione della tettonica a placche
Yuri Gagarin primo uomo nello spazio
- 1962 Schmidt scopre i quasar
primo satellite per telecomunicazioni
- 1963 Starzl opera il primo trapianto fegato
Philips presenta la musicassetta
MacLane sviluppa l'algebra omologica
Lakatos, *Dimostrazioni e confutazioni*
- 1964 Penzias e Wilson scoprono la radiazione fossile del Big Bang
Kemeny e Kurtz introducono il linguaggio Basic
- 1965 Monod, Jacob e Lwoff scoprono i meccanismi della trascrizione genetica

- Leonov effettua la prima passeggiata spaziale
prima centrale telefonica elettronica
inventato lo schermo a cristalli liquidi
- 1966 Kastler realizza il pompaggio ottico nei laser
orologi magnetometri *atomici*
Vygotskji, Pensiero e Linguaggio (trad. it.)
- 1967 Barnard esegue il primo trapianto di cuore
Bell scopre le pulsar
costruito il primo treno a levitazione magnetica
- 1968 esposta la teoria elettrodebole
effettuata la prima circumnavigazione della Luna con uomini a bordo
- 1969 Neil Armstrong e Edwin Aldrin primi uomini sulla Luna
- 1970 Inventata CAT, macchina per la tomografia assiale computerizzata
Baltimore e Temin scoprono che RNA può codificare DNA
Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*
- 1971 Intel sviluppa il primo microprocessore
Berg ricombina il DNA
- 1972 Primo trapianto di geni tra batteri
Gell-Mann introduce la cronodinamica quantistica
- 1973 Utilizzo della risonanza magnetica per uso diagnostico
- 1974 Ting e Richter scoprono il quark charm
Perl scopre la particella Tau
Hulse e Taylor scoprono le onde gravitazionali
Bombieri ottiene la medaglia Fields per i suoi studi in teoria dei numeri, in teoria delle funzioni a più variabili complesse, in teoria delle equazioni differenziali alle derivate parziali e in teoria delle superfici minime
- 1975 Koelher e Milstein realizzano anticorpi monoclonali
viene denunciato l'effetto serra
Feyerabend, *Contro il metodo*
- 1976 La sonda "Viking Landers" atterra sulla superficie di Marte
Guth espone la teoria del Big Bang inflattivo
- 1977 Steven Jobs e Stephen Wozniak introducono il primo Apple Computer
eradicato il vaiolo
- 1978 Berg effettua il primo trapianto di geni tra mammiferi
prima bambina concepita in provetta
- 1979 Telefoni cellulari introdotti in Giappone
sangue artificiale realizzato da Naito
- 1980 Bill Gates commercializza il programma MS-Dos
Papert, *Mindstorms*
- 1981 Il sarcoma di Kaposi viene associato con il virus AIDS, per la prima volta identificato come nuova infezione
primo lancio Shuttle
primo PC IBM
- 1982 Il compact disc introdotto da Philips e Sony
insulina per umani prodotta dai batteri
Rubbia scopre la particella W
- 1983 Rubbia scopre la particella Z-Zero
diffuso il primo virus informatico
la sonda Pioneer 10 lascia il sistema solare
- 1984 Il virus HIV identificato come causa dell'AIDS
Prusiner scopre la natura dei prioni
- 1985 Scoperto il fullerene (C60), nuova forma del carbonio dopo diamante e grafite
- 1986 Mueller e Beldnoz scoprono i superconduttori ad alte temperature

- 1987 Prodotto il pomodoro transgenico
primo mammifero modificato geneticamente
- 1988 Brevettato il primo topo transgenico per lo studio dei tumori
- 1989 Introdotta lo standard World Wide Web per Internet
Cern e Stanford Labs divulgano che l'universo ha 3 famiglie di particelle fondamentali
apertura del LIFE a Yokohama (consorzio per l'applicazione industriale della fuzzy logic)
- 1990 I satelliti GPS in orbita
telefoni cellulari
l'Hubble Space Telescope in funzione
photo-CD
prima terapia genica su un essere umano
Lévy, *Le tecnologie dell'intelligenza*
- 1991 Jet labs producono la fusione nucleare
- 1992 Nasce Astrid prima scrofa biotecnologica
- 1993 Individuato il gene associato al cancro del colon
Wiles dimostra l'ultimo teorema di Fermat
- 1994 Scoperto Ramidus un antenato dell'uomo di 4 milioni di anni fa
- 1995 Scoperti il quark Top
il quinto stato della materia (condensato di Bose-Einstein)
fotografato il primo pianeta extrasolare
Chang pubblica i suoi studi sulla geometria delle equazioni differenziali parziali non lineari
- 1996 La NASA lancia Mars Pathfinder e Mars Global Surveyor
Cohen e la sua équipe classificano 90.000 dei 100.000 geni umani
- 1997 Pathfinder atterra su Marte
clonata la pecora Dolly
- 1998 Si scopre che l'universo si sta espandendo e sta accelerando
viene indicata la possibilità di modificare a distanza lo stato di una particella
viene attribuita una massa al neutrino
- 1999 Decifrato cromosoma 22
viene rallentata la luce
si scopre che l'universo nel suo insieme è in rotazione

La precedente cronologia ha avuto come fonti principali:

- il sito di St. Andrews (Scozia)
http://www.groups.dcs.st_and.ac.uk
- P.Bianucci, *Il secolo della scienza*, in *tuttoscienze*, supplemento de *La Stampa* di mercoledì 29 dicembre 1999

ed è stata poi rielaborata.

I 15 temi del Progetto SeT

Bibliografie, materiali, suggerimenti

Abbiamo dedicato ad ogni area tematica proposta dal Ministero nella CM 270, una sezione. In ogni sezione, in linea di massima abbiamo cercato di suddividere il materiale proposto per la scuola di base e per la scuola secondaria superiore.

“Il parere di ...”, che spesso conclude ogni singolo capitolo, vuole essere la proposta di una chiave di lettura, più semplicemente un suggerimento che abbiamo chiesto a “saggi” ed esperti dei vari settori delle scienze e della loro didattica; alcuni pareri sono anche di persone appartenenti al mondo del lavoro.

Non tutte le sezioni sono compilate per tutti i temi; e anche laddove sono compilate si tratta solo una prima informazione, che sicuramente potrà essere ampliata in futuro (abbiamo già detto nella prefazione che questo fascicolo va inteso come materiale in progress), grazie al contributo di quanti vorranno segnalare nuove informazioni.

Gli articoli citati, i materiali grigi indicati, i volumi non più in commercio, saranno fisicamente reperibili e consultabili ai seguenti indirizzi:

- ∑ *IRRSAE Emilia Romagna – Servizio Documentazione – Via Ugo Bassi 7 – 40121 Bologna. Tel: 051/227669 – Fax: 051/269221 (chiedere della dott.ssa Giuliana Gianfranceschi)*
- ∑ *IRRSAERIMINI (sportello decentrato dell’IRRSAE), presso Uffici del Provveditorato di Rimini, presso Istituto Marco Polo, Viale Regina Margherita, 20 - Rimini Tel. 054375756 (martedì 15 – 17,30; venerdì 9,30 – 12,3). Chiedere di P. Vanini e C. Vescini.*

- Σ *Centro Documentazione Educativa (CDE) di Modena. Via Saragozza 100 – Modena. Tel. 059216212 Fax: 059206855 (dal lunedì al giovedì ore 15 - 18,45).*
- Σ *Centro Documentazione Educativa (CDE) di Piacenza. Viale Mazzini 56 – Piacenza. Tel. 059216212 Fax: 059206855 (lun. mar. gio. ore 16 - 18; mer. ven. sab. ore 10 - 12)*
- Σ *Aula Didattica del Museo di Mineralogia "L. Bombicci". P.zza di Porta S.Donato, 1 - Bologna. Tel. 0512094958 - 0512094926 Fax: 0512094936*
- Σ *Dipartimento di Fisica - Università di Ferrara. Via Paradiso, 2 – Ferrara Tel. 0532781811 0532781829 Fax 0532781810 (chiedere di Grazia Zini)*

Per i libri segnalati che sono ancora in commercio, si consiglia l'acquisto o la consultazione presso le biblioteche comunali o le biblioteche che si appoggiano ai dipartimenti universitari delle varie facoltà.

Tema 1. Processi di cambiamento e di trasformazione

La realtà è in continuo divenire e da ciò nasce la nostra idea di tempo. Tuttavia accorgersi dei cambiamenti e trovare modi per descriverli è uno dei compiti del sapere scientifico.

Occorre spesso ragionare per indizi e usare immaginazione per ricostruire processi lentissimi o rapidissimi, per riempire fasi al di fuori della nostra esperienza. Si può rintracciare cosa resta costante e preserva identità.

Ci si può avvicinare alla comprensione delle cause e delle variabili che regolano i processi attraverso il metodo del confronto guardando eventi a diverse scale di grandezza, di tempo di organizzazione, come avviene nei fenomeni di crescita degli esseri viventi, nelle trasformazioni morfologiche, nell'evoluzione stessa dei sistemi tecnologici.

SCUOLA DI BASE

CHIMICA

ANDREOLI R., CARASSO MOZZI F., CONTALDI L., DORONZO S., FETTO P., RIANI P. (1996), *La Chimica alle Elementari*, Giunti Lisciani Editori

Il libro è diviso in due parti, nella prima parte contiene interventi di carattere generale sull'insegnamento scientifico, nella seconda parte descrive semplici esperienze, eseguibili anche in ambienti non attrezzati a laboratorio, in schede articolate in: Obiettivi specifici, Prerequisiti specifici, Materiali richiesti, Procedimenti sperimentali, Note esplicative, Norme di sicurezza, Punti notevoli.

FISICA

ARCÀ M., GUIDONI P. (1988), *Guardare per sistemi, guardare per variabili*, progetto strategico Tecnologie e Innovazione Didattica, Emme Edizioni, Torino.

Si tratta di una serie di proposte di lavoro da utilizzare nella scuola dell'obbligo sperimentate in classe e basate su risultati di ricerca in didattica delle scienze. I temi affrontati sono "sistemi, classi, variabili" in fisica e in biologia, la "misura", ovvero di confronto tra grandezze, variabili, numeri, "l'equilibrio" e la "complessità dei sistemi". Le proposte hanno come obiettivo culturale generale la costruzione di "modi di guardare" scientifici e pertanto i temi specifici affrontati sono inquadrati in una prospettiva culturale ed educativa di ampio respiro che può interessare anche insegnanti di scuola secondaria superiore.

BONELLI MAJORINO P. CATALANI P. (1996), *Un approccio interdisciplinare allo studio del movimento nella scuola media*, La Fisica nella Scuola, Quaderno 6 – Le scienze sperimentali nella scuola di base, XXIX, 3, Supplemento, p. 75.

Si tratta di una sequenza di lavoro sperimentata con classi di prima media mirata allo studio del movimento e alla sua formalizzazione in fisica e in biologia. L'approccio scelto è di tipo fenomenologico: si parte dall'osservazione e dalla classificazione delle cose che si muovono per poi ricercare le cause del movimento attraverso l'individuazione delle grandezze in gioco, la costruzione di modelli, la ricerca di relazioni tra variabili. Le formalizzazioni graduali delle relazioni ottenute nella descrizione/interpretazione dei fenomeni fisici e biologici evidenziano le differenze tra le due discipline.

FALCHI A., MORI S., TORRICELLI M. (1994), *La fisica nelle elementari*, Giunti Lisciani Editori
Il libro descrive semplici esperienze, eseguibili anche in ambienti non attrezzati a laborato-

rio. Ogni scheda è articolata in: Obiettivo, Discussione, Ipotesi, Verifica/esperimento, Registrazione dei risultati.

GAGLIARDI M., GRIMELLINI TOMASINI N., PECORI B. (1999), *L'educazione alla conoscenza scientifica: un percorso che parte da lontano*, XXXII, 3, p.121.

Si tratta di un percorso concettuale sul 'movimento' costruito su risultati sperimentali ottenuti in ricerche con bambini di scuola elementare. L'approccio scelto è di tipo fenomenologico: dall'osservazione e classificazione dei movimenti alla loro formalizzazione matematica, intesa come ricerca delle variabili in gioco e delle loro relazioni. In percorso è stato costruito tenendo conto degli attuali orientamenti ministeriali e nella prospettiva della nuova scuola riformata.

MELANDRI G., TOTH L. (1996), *Ha più senso sgusciare un uovo se si lavora ad un progetto*, La Fisica nella Scuola, Quaderno 6 – Le scienze sperimentali nella scuola di base, XXIX, 3, Supplemento, p. 68.

Si tratta di un piano di lavoro messo a punto nell'ambito di un corso di aggiornamento di insegnanti in servizio e sperimentato in classi di scuola media. Il tema trattato riguarda i cambiamenti di stato ed è affrontato attraverso un percorso che va dal macroscopico (studio e classificazione degli esseri viventi e non viventi) al microscopico (la cellula e l'atomo come costituenti ultimi sulla base dei quali costruire modelli interpretativi dei processi evolutivi).

TERZI PULLIA P. (1995), *Progetto di ricerca ambientale: osserviamo come evolve la natura nel corso dell'anno*, La Fisica nella Scuola, XXVIII, 3, p.133.

Si tratta di un lavoro condotto con studenti di scuola media mirato all'osservazione dei mutamenti stagionali della vegetazione e al loro studio in relazione al diverso cammino del sole nel corso dell'anno.

SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE

QUESTIONI DI CARATTERE GENERALE SUL TEMPO IN FISICA E SUI PROCESSI IRREVERSIBILI

FABRI E. (1982), *Dialogo sul tempo relativistico: prima giornata*, La Fisica nella Scuola, XV, 2, p.57

FABRI E. (1984), *Dialogo sul tempo relativistico (e sui buchi neri). Seconda giornata*, La Fisica nella Scuola, XVII, 3, p.135

Vengono affrontate le questioni inerenti al concetto di tempo in relatività ristretta e discusso in modo chiaro e discorsivo come la teoria einsteiniana abbia modificato la visione newtoniana del tempo, facendolo diventare un concetto dipendente dal sistema di riferimento e intrinsecamente legato a quello di spazio. Possono essere considerati articoli di approfondimento dell'articolo più generale di Masani, 1998.

GRATTON L. (1981), *Il secondo principio della termodinamica e la cosmologia*, La Fisica nella Scuola, XIV, 4, p.171.

Viene trattato in modo molto chiaro e approfondito il problema di come la freccia del tempo, ovvero l'irreversibilità dei processi termodinamici, influenzi l'indagine cosmologica e imponga importanti vincoli alla nostra conoscenza dell'universo. I temi toccati sono complessi (radiazione di corpo nero, moti turbolenti e dunque non lineari,...) ma molto ben presentati. È interessante anche come esempio di ottima divulgazione scientifica.

MASANI A. (1998), *Sul concetto di tempo: breve excursus storico alla luce delle attuali conoscenze di astronomia e cosmologia*, La Fisica nella Scuola, XXXI, 4, p.187.

Si tratta di un excursus storico mirato ad evidenziare i problemi conoscitivi legati alla definizione fisica del concetto di tempo. In particolare viene evidenziata la problematicità di un

concetto che deve contemporaneamente descrivere l'evoluzione e il cambiamento dei fenomeni naturali (temporalmente finiti) ed essere un parametro oggettivo, cioè slegato dai fenomeni stessi e appartenente ad una realtà perennemente uguale a se stessa (il tempo infinito). Vengono inquadrare storicamente le diverse concettualizzazioni del tempo in fisica (dal ciclo del tempo alla sua linearizzazione nella fisica newtoniana, alla freccia del tempo introdotta dalla termodinamica,...). È un articolo piuttosto complesso sia filosoficamente sia fisicamente ma sicuramente ricco di spunti interessanti per dare un'idea di come il tema n.1 possa essere affrontato da un punto di vista 'fisico'.

ZANARINI G. (1996), *L'entropia tra disordine e ignoranza. Nascita e sviluppo della prospettiva informazionale in fisica*, La Fisica nella Scuola, XXIX, 1, p.5.

Vengono affrontate questioni di carattere epistemologico legate al problema dell'irreversibilità in fisica e, in particolare, al problema dell'interpretazione microscopica dell'entropia. Viene illustrata la "prospettiva informazionale" sia come chiave particolare di lettura dell'irreversibilità, sia come prospettiva epistemologica più generale dalla quale guardare ai processi costruzione di conoscenza in fisica.

LA MISURA DEL TEMPO: DAI FENOMENI COSMOLOGICI AI MOTI PERIODICI SU 'SCALA TERRESTRE'

BARSELLA B. FABRI E. (1987), *Orologi meccanici ed elettronici; argomenti da un corso di aggiornamento*, La Fisica nella Scuola, XX, 2, p.52.

Vengono proposte attività di laboratorio finalizzate alla costruzione di orologi meccanici ed elettronici. Tali attività sono state pensate in un contesto di aggiornamento degli insegnanti e non richiedono conoscenze approfondite di elettronica. Obiettivi delle attività sono quelli di evidenziare i principali problemi connessi alla misura del tempo e di preparare allo studio degli orologi atomici.

CAVALLI P. (1995), *Giorno solare vero e giorno solare medio: misura del tempo con una meridiana*, La Fisica nella Scuola, XXVIII, 2, p.55.

Vengono confrontate le misure di tempo effettuate con un orologio (il cui funzionamento è basato sulla lunghezza media del giorno) e quelle effettuate con una meridiana (la quale invece misura il 'giorno vero' che, nel corso dell'anno, risente delle oscillazioni della velocità di rivoluzione della Terra intorno al Sole). La differenza tra le misure viene calcolata studiando geometricamente il moto della Terra. La trattazione formale è basata sulla trigonometria e non è banale.

TORZO G, CALORE G. (1988), *Un cronometro elettronico interfacciabile di basso costo e di facile realizzazione*, La Fisica nella Scuola, XXI, 2, p.72.

Viene presentato lo schema di un cronometro elettronico per misure di alta precisione realizzabile con componenti di facile reperibilità e prezzo contenuto.

L'INSEGNAMENTO DEL SECONDO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

AA.VV. (1989), *L'insegnamento del II principio della Termodinamica*, La Fisica nella Scuola, XXII, 2.

AA.VV. (1989), *L'insegnamento del II principio della Termodinamica*, La Fisica nella Scuola, XXII, 2/IR.

ALBANESE A. (1995), *Introduzione nel triennio delle superiori di alcuni concetti della termodinamica dei processi, in uno studio sulla conduzione termica effettuato con l'ausilio del calcolatore*, La Fisica nella Scuola, XXVIII, 3, p.106.

In questi articoli vengono affrontati i principali problemi didattici legati all'insegnamento del II principio della termodinamica. Vengono presentate le difficoltà concettuali legate a persistenti rappresentazioni mentali degli studenti (Vicentini Missoni; Giraudo e Viglietta), al complicato legame tra entropia ed energia (Viglietta), alla formalizzazione

dell'interpretazione microscopica (Calvelli). Vengono inoltre proposte attività concrete di laboratorio (Mosca, De Filippo e Mayer) e percorsi concettuali e didattici (Viglietta, Pugliese Jona) da realizzare in classi di scuola secondaria superiore anche con l'utilizzo del calcolatore (Pugliese Jona, Albanese).

LE TRASFORMAZIONI CHIMICHE

BORSESE A., CERVELLATI R. (1988), Sull'interpretazione cinetica della costante di equilibrio. *CnS*, N.5, p.6.

L'articolo mostra l'infondatezza di un procedimento didattico molto diffuso, consistente nel ricavare la legge dell'azione di massa, che governa l'equilibrio chimico, partendo dalle espressioni delle velocità delle reazioni diretta e inversa. Inoltre chiarisce la reale natura della relazione che lega la costante di equilibrio alle costanti cinetiche delle suddette reazioni.

CERVELLATI R. (1999), Preistoria e storia delle reazioni chimiche oscillanti. *CnS*, 21, 40. L'articolo illustra la preistoria e la storia delle reazioni chimiche oscillanti, a partire dalle prime osservazioni intorno al 1920 fino al nuovo interesse per questi processi dopo il 1970. In particolare viene discussa la resistenza del mondo accademico a prendere in considerazione osservazioni che sembravano contrastare con le leggi della termodinamica.

D'EUGENIO M.L., BARGELLINI A., FEDI S., LARDICCI L., RASPI G. (1995), *Il concetto di reazione chimica nel primo biennio della scuola superiore*. *CnS*, N. 1, p. 11.

L'articolo presenta i risultati di una ricerca sull'introduzione del concetto di reazione chimica in una classe del primo biennio della scuola secondaria superiore. La ricerca era diretta a individuare e rimuovere gli ostacoli cognitivi all'acquisizione del concetto mediante una strategia didattica di tipo costruttivista.

MIRONE P. RASTELLI A., (1979) *Perché l'acqua non brucia?* *CnS*, N. 2, p. 16; N. 3, p. 21; N.3, p.27; N. 4/5, p. 49.

Presentazione, discussione qualitativa e illustrazione con esempi dei fattori energetici e probabilistici che determinano la possibilità o meno di una reazione chimica.

MIRONE P. (1985), Cosa c'è dietro la coordinata di reazione? *CnS*, N.4/5, p. 60.

L'articolo mette in luce la reale natura della coordinata di reazione, un concetto impiegato da molti testi di chimica senza dare spiegazioni o con spiegazioni insufficienti e fuorvianti. Inoltre mostra le relazioni fra questo concetto e quelli strettamente collegati di stato di transizione e di complesso attivato.

MIRONE P. (1998), *Considerazioni sul concetto di reazione chimica*. *CnS*, 20, 49. L'articolo discute criticamente le definizioni di reazione chimica date correntemente dai libri di testo e illustra con esempi i loro effetti fuorvianti. Introduce poi la definizione operativa di reazione chimica e discute la sua applicazione sia dal punto di vista macroscopico che microscopico, considerando anche alcuni casi limite relativi a macromolecole biologiche.

CRESCITA DEGLI ESSERE VIVENTI

MILANI S. (1999), *Possiamo rappresentare matematicamente l'adolescenza?*, Notiziario dell'UMI, ottobre 1999, supplemento al n. 10, pag. 29.

La complessità biologica e psicologica della trasformazione da bambino ad adulto sembra poter essere meglio evocata dalla metafora dell'artista, che espressa dal linguaggio formale dello scienziato.

Ma tutti i fenomeni che possono essere misurati, possono anche essere rappresentati da modelli espressi con il formalismo matematico.

SUPPORTI AUDIOVISIVI

VIDEOCASSETTE

I Meccanismi dell'evoluzione, LE SCIENZE – Mondadori VIDEO

L'incredibile varietà degli organismi che vivono sulla Terra trova una spiegazione nei meccanismi dell'evoluzione: mutazioni casuali, selezione del più adatto, riproduzione sessuale, isolamento geografico. Nelle immagini del documentario riviviamo il viaggio di Darwin all'arcipelago delle Galapagos e gli esperimenti che permisero al naturalista inglese di mettere a punto la teoria della selezione naturale.

Genetica e Biologia dello Sviluppo, LE SCIENZE – Mondadori VIDEO

Gameti, cromosomi, geni, mutazioni: l'esame dei meccanismi di trasmissione dei caratteri ereditari chiarisce la funzione della ricombinazione genetica e il suo contributo al successo evolutivo della specie. Attraverso queste eccezionali riprese è possibile entrare all'interno dei cromosomi per vedere i geni in azione. Si può così assistere all'unione dei gameti e osservare come l'embrione si sviluppa a partire dall'uovo fecondato.

Il Citoplasma, LE SCIENZE – Mondadori VIDEO

Gli organelli contenuti nel citoplasma eseguono le istruzioni impartite dal nucleo, contribuendo alle attività metaboliche della cellula. Grazie al microscopio elettronico e alle moderne tecniche informatiche è oggi possibile osservare come si compie l'intenso lavoro di questo fondamentale compartimento cellulare.

La Cellula, LE SCIENZE – Mondadori VIDEO

evoluzione e biologia molecolare

Il funzionamento dell'unità di base di tutti gli organismi viventi è mostrato ripercorrendone le tappe più importanti del percorso evolutivo: come si è passati dalle prime molecole organiche del brodo primordiale alle molecole più complesse che consentono alla cellula di svolgere funzioni vitali, come sfruttare l'energia, moltiplicarsi e sintetizzare proteine e altri prodotti.

CDROM

HOMO SAPIENS, LE SCIENZE

La prima opera multimediale, interattiva dedicata alla storia della specie umana e della sua evoluzione. Funziona in ambiente Windows.

LA CELLULA VEGETALE, LE SCIENZE

La prima guida multimediale alla biologia delle piante. La vita sulla Terra sarebbe possibile senza le piante e le loro cellule? Che cos'è la fotosintesi? Come fanno le piante a intrappolare l'energia proveniente dal sole e a produrre ossigeno? A che cosa sono dovuti i meravigliosi colori delle piante e dei fiori?

Il parere di Giulio Cesare Barozzi - Università di Bologna

Una lettura attenta del tema suggerisce la trattazione di un importante argomento per il progresso della scienza in generale: come è cambiato e si è trasformato il modo di fare i calcoli.

A seconda dell'età degli allievi si può fare un excursus più o meno approfondito sui calcoli a mano, sulle calcolatrici meccaniche, sul regolo calcolatore, sulle calcolatrici elettromeccaniche, sui computer, sui moderni software che offrono la possibilità di fare calcolo simbolico.

Il parere di Antonio Tagliavini, (ADA Applicazioni Digitali e Analogiche s.r.l.)

Una delle trasformazioni più evidenti alle quali stiamo assistendo in questi anni, è quella relativa al lavoro.

Se ciò che rimane costante, rispetto al passato, è il fatto di dover risolvere problemi, bisogna essere ben consapevoli che si sta andando verso un mondo in cui l'oggetto materiale è sempre meno importante; ciò che dà valore aggiunto è quasi sempre qualcosa di non materiale (idee, software, eccetera).

Le trasformazioni nel mondo del lavoro evolvono poi con una velocità veramente impressionante; chi era padrone, anche solo pochi anni fa, di strumenti sofisticati (ad esempio linguaggi di programmazione) e non si è mantenuto aggiornato, oggi può essere completamente fuori dal mercato.

Tema 2. Stabilità e instabilità dei sistemi

Nei sistemi, naturali e artificiali, coesistono meccanismi che tendono al mantenimento dello stato di fronte alle cause esterne che agiscono in modo da rompere e spostare gli equilibri medesimi. Questi meccanismi agiscono su ordini diversi di dimensione e di tempo e regolano l'evoluzione stessa del sistema. I meccanismi di retroazione, a livello sistemico, risultano quindi uno schema funzionale di grande potenzialità nella modellazione sia dei sistemi biologici (crescita, competizione, adattamento ecc.) sia dei sistemi artificiali (controllo, regolazione, ecc.)

SCUOLA DI BASE

FISICA

ARCÀ M., GUIDONI P. (1988), *Guardare per sistemi, guardare per variabili*, progetto strategico Tecnologie e Innovazione Didattica, Emme Edizioni, Torino.

(Vedi Tema n.1)

SCIENZE

PERCORSO N. 115 (1999), *I perché della Terra*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag 46.

La Terra nei suoi ingredienti, minerali e rocce, è in continua trasformazione: alcuni cambiamenti sono impercettibili, altri spettacolari, alcuni sono lenti altri rapidi. Ma perché si verificano questi mutamenti? Per comprendere i meccanismi e i processi si adoperano semplici strumenti di fisica e chimica. La partecipazione attiva e lucida dei ragazzi a questo laboratorio di mineralogia sperimentale li farà accostare in modo più consapevole al mondo delle scienze della Terra.

SCIENZA DELLA TERRA

PIACENTE S. (1987), *Alcuni elementi semplici del paesaggio, come individuarli e raccogliarli*. In: C. MARCHI TREVISI (a cura di) : "Piano poliennale aggiornamenti nuovi programmi scuola elementare", IRRSAE. (Scienze), Bologna.

Viene proposta una metodologia di approccio alla conoscenza del sistema paesaggio attraverso l'individuazione delle sue variabili fondamentali e della loro evoluzione nello spazio e nel tempo. Particolare attenzione viene posta nell'evidenziare il diverso comportamento delle variabili fisiche e di quelle antropiche.

PIACENTE S. (1989). *Mettere in carta*, Scuola Se n. 48/49 Aprile-Maggio, Nicola Milano Editore, Bologna.

La pratica del comporre e dello scomporre, così innata nel bambino, suggerisce un approccio alla lettura e all'esecuzione di carte tematiche elementari.

SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE

QUESTIONI DI CARATTERE GENERALE SULLA FISICA DEI SISTEMI COMPLESSI

MORIN E. (1989), *Il metodo. Ordine, disordine e organizzazione*, Feltrinelli, Milano.

ZANARINI G. (1990), *Diario di viaggio, Auto-organizzazione e livelli di realtà*, Guerini e associata.

In questi libri vengono descritti in dettaglio e in un linguaggio accessibile a tutti i sistemi complessi: le loro caratteristiche, la loro evoluzione, i meccanismi con cui si organizzano, la retro-azione, ecc. I temi scientifici vengono collocati e letti in una prospettiva culturale molto ampia: vengono infatti enfatizzate le implicazioni epistemologiche della ricerca in fisica dei sistemi complessi ed esplicitati gli intrecci tra diverse discipline (fisica, biologia, sociologia, filosofia). Essi sono pertanto particolarmente adatti come materiale con cui introdurre le problematiche del tema n.2.

CINI M. (1997), *Dall'Universo delle leggi naturali al mondo dei processi evolutivi*, La Fisica nella Scuola, XXX, 1, p.2.

Viene descritto il radicale cambiamento avvenuto nella fisica a partire dalla seconda metà del XX secolo con lo sviluppo della fisica dei sistemi complessi e viene sottolineato come essa abbia fatto crollare i presupposti epistemologici su cui si basava la fisica newtoniana (determinismo, riduzionismo,...). Vengono descritte le nuove caratteristiche di un sistema complesso e dei modelli che ne interpretano l'evoluzione. Il linguaggio usato è chiaro e semplice.

AGENO M. (1978), *L'instaurarsi spontaneo di un ordine in un sistema caotico*, La Fisica nella Scuola, XI, 4, p.157.

ARECCHI F. T. (1992), *La fisica non lineare: catastrofi, caos e complessità*, Il nuovo saggia-
tore, 8, 3,29.

Questi articoli presentano i sistemi complessi con un linguaggio più tecnico e ad un livello di approfondimento maggiore rispetto ad altri lavori indicati (Morin, Zanarini, Cini). L'attenzione è più sulle caratteristiche fisiche dei sistemi che non sulle implicazioni culturali del loro paradigma esplicativo, benché siano anch'esse prospettate. Per tutti questi motivi tali articoli si prestano ad essere utilizzati ad argomento già introdotto.

IL CONCETTO DI ENTROPIA E LA PROSPETTIVA INFORMATIVALE

LUI A., ZANARINI G. (1996), *Entropia e informazione nell'opera di Léon Brillouin*, La Fisica nella Scuola, XXIX, 3, p.125

SEXL R.U., PFLUG A., (1988), *Entropia e informazione*, La Fisica nella Scuola, XXI, 3, p.97.

ZANARINI G. (1996), *L'entropia tra disordine e ignoranza. Nascita e sviluppo della prospettiva informativa in fisica*, La Fisica nella Scuola, XXIX, 1, p.5.

In questi articoli viene presentata la prospettiva informativa come chiave per interpretare il concetto di entropia e, quindi, come chiave per modellizzare l'evoluzione spontanea dei sistemi. Questo approccio mette in relazione il concetto di entropia con la 'quantità di informazioni' o, meglio, con 'la mancanza di informazioni' (ignoranza), che caratterizzano la nostra conoscenza di un sistema. Tale approccio permette di problematizzare alcuni concetti quali determinismo e riduzionismo, che sono alla base dei modelli interpretativi classici, e permette di delineare una nuova prospettiva epistemologica.

ESPERIENZE DIDATTICHE

MALAGODI C., MICHELINI M. (1978), *Le celle di Bénard*, La Fisica nella Scuola, XI, 4, p.178
Vengono fornite indicazioni pratiche su come ottenere le celle di Bénard, esempio di organizzazione spontanea di un sistema caotico.

OGBORN J. (1990), *Modellizzazione con l'elaboratore: possibilità e prospettive*, La Fisica nella Scuola, XXIII, 2, p.32.

In questo articolo è affrontato il problema generale di cosa significa modellizzare i fenomeni naturali e come esempi di modellizzazione sono scelti problemi di equilibrio e sistemi di tipo 'automa cellulare' (sistemi la cui evoluzione è imprevedibile benché determinata da regole molto semplici di relazione tra gli elementi del sistema).

PUGLIESE JONA S. (1990), *Equilibrio termico, scheda di fisica e informatica*, La Fisica nella Scuola, XXIII, 2, p.143.

Vengono presentati esperimenti realizzati e sperimentati in classi di scuola secondaria superiore sul tema dell'equilibrio termico.

Il parere di Gianni Zanarini

La fitta rete di relazioni tra le diverse parti di un sistema può fare emergere un livello di complessità superiore a quello delle parti stesse. Questo aspetto di "auto-organizzazione" potrebbe venire utilmente sottolineato, nell'ambito del tema proposto, come approccio interdisciplinare alla comprensione delle realtà complesse fisiche, biologiche, sociali. Nello stesso tempo, è importante segnalare anche gli aspetti specifici che rendono irriducibili questi sistemi ad un unico modello.

Il parere di Giulio Cesare Barozzi (Università di Bologna)

Il tema offre l'opportunità di presentare il modello matematico di Volterra "Preda predatore".

Tale modello consente di stimare l'andamento nel tempo di una specie "preda" e di una specie "predatore", in competizione fra loro.

Tema 3. I linguaggi della Scienza e della Tecnologia

Anche la scienza e la tecnologia hanno le loro parole, le loro strutture linguistiche, i loro messaggi, che non solo sono strumenti di comunicazione, ma soprattutto di conoscenza. Nella loro evoluzione storica, la scienza e la tecnologia hanno elaborato non soltanto delle teorie e dei prodotti, ma hanno modificato sostanzialmente i modi di osservare la natura, di interpretarne il comportamento, di prevederne le evoluzioni. Il linguaggio scientifico non solo svolge un ruolo fondamentale all'interno delle discipline a cui attiene, ma è determinante nei processi di comunicazione dell'intera società contemporanea, nella sua complessità.

SCUOLA DI BASE

FISICA

SUTTON C. (1982), *La scienza, il linguaggio, il significato*, La Fisica nella Scuola, XV, 2, p.49.

In questo articolo si sottolinea l'importanza di un 'approccio umanistico' allo studio della scienza, ovvero di un modo di porsi di fronte ai concetti mirato a capire, decodificare e ri-elaborare i termini e il linguaggio con cui i vari concetti scientifici vengono espressi. Questa operazione di analisi linguistica è, secondo l'autore, necessaria per un'appropriazione significativa delle idee scientifiche perché favorisce un processo di riformulazione autonoma da parte degli studenti dei concetti stessi. Nell'articolo viene mostrato quanto i concetti riformulati autonomamente siano più ricordati, meglio collegati ad altri concetti e più facilmente utilizzati per interpretare situazioni nuove. Per stimolare una riformulazione autonoma dei concetti sono proposte attività di discussione orale in classe, di scrittura e di lettura dei testi scientifici.

SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE

LA LOGICA E I LINGUAGGI MATEMATICI NELLA FISICA

FABRI E. (1977), *Che cosa è il rigore logico in fisica?*, La Fisica nella Scuola, X, 1, p.24.

Vengono illustrate alcune "difficoltà logiche" che un insegnante si trova a dover affrontare nell'insegnamento della fisica, difficoltà che derivano dal ruolo che si deve attribuire a esperimento, formalizzazione e realtà. Un esempio di tali difficoltà è: "Come si devono presentare i principi fondamentali? Ricavandoli dall'esperimento, o introducendoli come postulati non dimostrabili?". In particolare vengono analizzati casi di discorsi non corretti sul piano logico presenti nei libri di testi e vengono proposte soluzioni alle principali difficoltà logiche individuate.

RAVAGNAN G., VETTORAZZO G. (1984), *I linguaggi matematici e l'operare fisico: la relazione di Boltzmann sull'entropia*, La Fisica nella Scuola, XVII, 2, p.57.

Viene presentato un esempio particolarmente significativo (la relazione di Boltzmann sull'entropia) per sottolineare alcuni aspetti della matematizzazione della fisica e di come questa derivi dalla natura stessa dell'operare fisico, piuttosto che da una impostazione

tecnica del problema da risolvere. Vengono usate ed illustrate diverse tecniche di matematizzazione al fine di enfatizzare le interconnessioni tra diversi linguaggi matematici.

RAVAGNAN G., VETTORAZZO G. (1986), *Osservazione sui modelli fisico-matematici: il problema dell'astrazione e il problema dell'analogia*, La Fisica nella Scuola, XIX, 3, p.196.

Viene sostenuta la necessità di una presa di coscienza del fatto che il linguaggio (anche quello storico-naturale) rappresenta "un modello" della realtà. A tal fine viene fatto un excursus storico mirato a trovare le radici della convinzione diffusa che ci sia una corrispondenza biunivoca tra realtà e linguaggio e a trovare le ragioni che portano al concetto moderno di modello come criterio interpretativo non più unico dei fenomeni, ma utile a descriverli e inquadrarli rispetto a certe finalità. A sostegno dell'idea che il linguaggio rappresenti un modello della realtà vengono poi passati in rassegna e descritti i processi di formalizzazione e di astrazione (anche effettuati mediante ragionamenti analogici/metaforici) che portano alla costruzione dei modelli fisico-matematici.

ZANARINI G. (1995), *Spiegare il mondo, costruire mondi*, La Fisica nella Scuola, XXX, 2/SUP, p.177.

Questi articoli affrontano il problema della relazione tra fisica e matematica inquadrandolo in una prospettiva di insegnamento. Forniscono esempi tratti da ambiti disciplinari diversi [meccanica e relatività (Fabri), termodinamica (Zanarini), la dimostrazione in matematica (Lolli)], a partire da discipline diverse [dalla fisica (Fabri, Zanarini) e dalla matematica (Lolli)] e da prospettive epistemologiche diverse. Pertanto questi articoli si prestano, se confrontati, a delineare un quadro problematico dal quale si cerca di indagare la relazione tra fisica e matematica e, in particolare, di rispondere alla domanda che guida gli articoli: "La matematica nell'insegnamento della fisica è struttura o strumento?".

LA TECNOLOGIA E I NUOVI LINGUAGGI DELLA FISICA

BARTOLI A., GIORGINI B., PALMONARI F.M., PIOGGIA D. (1998), *Alcune considerazioni didattiche e tecniche sull'uso del V-Scope*, La Fisica nella Scuola, XXXI, 2, p.73.

In questo articolo viene presentato e descritto il funzionamento del V-Scope come esempio di un moderno sistema di acquisizione dati. In particolare esso viene utilizzato per lo studio di un moto caotico di un pendolo doppio e ne vengono evidenziate le potenzialità didattiche.

GANDOLFI E., VITULLO C. (1997), *Trasformazione termodinamica isoterma on-line: un'occasione per discutere la realizzazione e la taratura di un trasduttore di volume*, La Fisica nella Scuola, XXX, 2, p.79.

Viene presentato un semplice esperimento didattico on-line sulle trasformazioni termodinamiche isoterme. L'esperimento è stato realizzato utilizzando una particolare interfaccia intelligente denominata ULI (Universal Laboratory Interface) e un trasduttore di volume appositamente progettato e costruito. L'articolo è diviso in due parti: nella prima parte sono descritte la progettazione e la calibrazione del trasduttore di volume e nella seconda parte vengono dati alcuni suggerimenti per la realizzazione dell'esperimento in classe.

GUIDONI P. (1995), *Il calcolatore come strumento cognitivo: esempi e riflessioni sulla didattica possibile*, TD n.7.

In questo articolo vengono fatte considerazioni generali sull'utilizzo del calcolatore nella didattica della fisica; vengono poi presentate le condizioni affinché il calcolatore possa essere uno strumento con cui innescare una 'risonanza' tra le dinamiche cognitive dei ragazzi, le strutture disciplinari e le tecnologie; e, infine, vengono illustrati alcuni esempi di situazioni di insegnamento realizzate e analizzate a livello di ricerca.

PECORI B., TORZO G., SCONZA A. (1998), *Come valorizzare un antico esperimento con la tecnica MBL: la macchina di Atwood per condurre una ricerca sperimentale sul moto*, La Fisica nella Scuola, XXXI, 2, p.83.

Viene presentato il sistema di acquisizione dati on-line MBL come strumento che permette uno studio dettagliato del moto di corpi soggetti a forze che cambiano con la posizione. È inoltre sottolineato come questo strumento permetta di rendere esplicito il processo di costruzione e ri-definizione di un modello teorico che renda conto dei dati sperimentali.

TAGLIAGAMBE S. (1998), *Tecnologia e conoscenza*, La Fisica nella Scuola, XXXI, 3/SUPP, p.44.

In questo articolo viene argomentato perché l'idea di tecnologia debba essere liberata da luoghi comuni che la vedono come un semplice campo di applicazione e di sperimentazione di conoscenze elaborate altrove.

Viene invece enfatizzato come essa sia portatrice di specifici stili di pensiero e di razionalità e capace di esprimere autonomamente conoscenze e valori.

TORZO G. (1999), *La clessidra ad acqua di Galileo, ovvero un precursore dei moderni trasduttori*, relazione al Corso di Aggiornamento "Le rivoluzioni scientifiche (1600-1750), nuovi saperi e nuovi linguaggi, IRSSAE Veneto, 29-30 settembre 1999, Mestre (VE).

In questo articolo viene argomentato in che senso la clessidra ad acqua di Galileo può essere considerata un precursore dei moderni trasduttori: lo strumento galileiano trasformava la grandezza 'tempo' nella grandezza 'peso', così come nella moderna tecnologia un trasduttore trasforma una qualunque grandezza fisica in un segnale elettrico. L'autore mostra l'analogia tra i problemi che Galileo dovette affrontare e i problemi che anche oggi si incontrano nella progettazione di un moderno traduttore. Viene inoltre sottolineato il contributo dato dall'elettronica nello sviluppo di uno strumento "universale" (costituito da un trasduttore, una interfaccia e un calcolatore) in grado di misurare qualsiasi grandezza fisica.

TORZO G., PECORI B. (1999), *Uno studio sperimentale del moto lungo un piano inclinato*, La Fisica nella Scuola, XXXVII, 3/SUPP, p.99.

Vengono descritte le potenzialità dell'MBL (Microcomputer Based Laboratory) nello studio del moto lungo un piano inclinato. Questa attrezzatura facilita l'introduzione di un modello teorico per interpretare i dati sperimentali e stimola la discussione sui limiti del modello stesso. Permette, inoltre, di studiare il fenomeno nella sua complessità consentendo di affrontare con relativa facilità anche quegli aspetti del fenomeno che di solito sono trascurati (attrito, momento d'inerzia delle ruote di un carrello,...).

SUPPORTI AUDIOVISIVI

VIDEOCASSETTE

I Frattali, LE SCIENZE – Mondadori VIDEO

La storia, il significato e le regole matematiche dell'avvincente teoria dei frattali, illustrata da E. Lorenz e B. B. Mandelbrot. Allegato alla videocassetta si trova un opuscolo utile come supporto didattico.

Il parere di Giovanni Barbi (I.R.R.S.A.E. Emilia Romagna)

Il problema del linguaggio, di come questo si rapporti con la realtà, di come "nasconda" o "riveli" le "cose", il problema della verità dunque, è certamente uno dei temi classici della Filosofia. Queste tematiche paiono assai "alte", difficilmente approcciabili, addirittura proibitive per la scuola dell'obbligo. Noi pensiamo invece che una profonda opera di "chiarificazione" linguistica sia possibile e fondamentale sin dai primi anni di scuola.

Nell'analisi storica ed etimologica dei linguaggi (naturali e artificiali, verbali e non verbali) si può facilmente vedere in campo multidisciplinare in cui i vari insegnamenti possono realmente integrarsi.

Tema 4. Struttura: forma e funzione

Dall'osservazione della natura sino alle tecnologie avanzate nella progettazione assistita dal calcolatore, gli oggetti possono essere studiati nella loro forma in relazione alle funzioni che essi debbono svolgere. Le "cose" possono essere così analizzate scorgendo in esse il risultato dei complessi processi che "geneticamente" contengono le tracce dei vari stadi evolutivi e sono portatrici di un bagaglio culturale frutto di una (spesso "tacita") cultura materiale. Dal "poiein" (=modellare la creta) dei Greci alle tecnologie informatiche si può sempre scorgere un rapporto fondamentale tra soggetto (agente) e oggetto (manipolato), che segue le tappe della tecnica nel suo essere dapprima "casuale", quindi pratica ed euristica e infine razionale e "tecnologica". La modellizzazione matematica, con le sue potenzialità di astrazione e di generalizzazione, potrà essere un valido strumento per rappresentare le caratteristiche morfologiche e funzionali dei sistemi, siano essi naturali o artificiali, ed evidenziare le complesse relazioni di causalità fra funzione e struttura.

SCUOLA DI BASE

MATEMATICA

AA. VV. (1995), *Il Laboratorio di Matematica*, a cura di A. orlandoni, Edizioni Synergon per I.R.R.S.A.E. Emilia Romagna.

Il volume raccoglie i risultati di un'attività di ricerca avviata presso l'IRRSAE-ER nella primavera del 1992, nell'ottica della continuità dell'insegnamento della matematica nell'arco 6-16 anni. Contiene sia i documenti frutto di una prima riflessione teorica sul significato del termine "Laboratorio", sia i materiali prodotti, e sperimentati in classe, da tre gruppi di insegnanti, uno per ogni ordine scolastico.

GARUTI R. (1992), *Funzioni come trasformazioni associate a formule, grafici e modelli di fenomeni: riflessioni su una esperienza in III° media*, L'Insegnamento della Matematica e delle Scienze Integrate, Vol. 15 N.8.

L'articolo riguarda una esperienza di approccio alle funzioni in terza media: le funzioni sono introdotte come "formule che operano sui valori di una variabile" e poi applicate alla modellizzazione di un fenomeno reale (l'allungamento di un elastico). Durante queste attività di modellizzazione matematica, i grafici cartesiani sono introdotti e utilizzati come strumenti di mediazione per la concettualizzazione e l'analisi delle relazioni fra i dati sperimentali e i modelli matematici

BARTOLINI BUSSI M. BONI M. & FERRI M. (1995), *Interazione Sociale e Conoscenza: la Discussione Matematica*, Modena: Centro Documentazione Educativa.

In questa monografia, con particolare attenzione al ruolo dell'interazione sociale, viene descritto il percorso didattico del progetto Prospettiva nella scuola elementare.

SCIENZE

PERCORSO N. 104 (1999), *Minerali: forme, associazioni e proprietà*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag 45.

Lo studio della mineralogia inizia con l'osservazione di minerali e l'individuazione di alcune loro proprietà (forma, colore, trasparenza, lucentezza, superficie, durezza, fragilità, inclusioni, peso specifico) tramite metodi usati in fisica e con l'utilizzo di strumenti di misura

convenzionali. Infine si procede, in base a criteri conosciuti, ad una classificazione dei minerali esaminati. Inoltre, utilizzando modelli di solidi geometrici e di reticoli cristallini (atomo), se ne osserva e analizza la morfologia e la struttura interna, per giungere alla definizione di sostanza cristallina, sostanza amorfa e minerale. L'osservazione di alcune vetrine didattiche completa il percorso.

SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE

MATEMATICA

AA. VV. (1995), *Il Laboratorio di Matematica*, a cura di A. orlandoni, Edizioni Synergon per I.R.R.S.A.E. Emilia Romagna.

Il volume raccoglie i risultati di un'attività di ricerca avviata presso l'IRRSAE-ER nella primavera del 1992, nell'ottica della continuità dell'insegnamento della matematica nell'arco 6-16 anni. Contiene sia i documenti frutto di una prima riflessione teorica sul significato del termine "Laboratorio", sia i materiali prodotti, e sperimentati in classe, da tre gruppi di insegnanti, uno per ogni ordine scolastico.

SUPPORTI AUDIOVISIVI

CDROM

Theatrum Machinarum, Bartolini Bussi M. et. Al (1999), Università di Modena

"Il design italiano e le Ferrari in Cd-rom", Editoriale Domus

30 minuti di videointerviste, 3000 fotografie, le ricerche ed i progetti di otto fra i maggiori stilisti italiani dell'auto.

Il parere di Maria Bartolini Bussi (Università di Modena)

Ci è piaciuto il seguente brano: Seymour Papert, inventore del LOGO (dalla prefazione di *Mindstorms: Bambini computers e creatività*, 1984, Emme Edizioni):

"Non avevo ancora due anni che ero già affascinato dalle automobili. [...] Fu certamente molti anni dopo che compresi come funziona un ingranaggio; ma dal momento in cui lo capii, giocarci divenne il mio passatempo preferito. Mi divertiva far ruotare l'uno sull'altro oggetti circolari, imprimendo loro i movimenti di un ingranaggio e, naturalmente, il mio primo progetto 'realizzato' fu un rudimentale sistema di ingranaggi. Divenni esperto nel far girare nella mia testa ruote dentate e nel pensare concatenazioni di causa ed effetto: "Questa gira in un senso, dunque quella gira in un altro ...". [...] Gli ingranaggi, servendomi da modelli, hanno fatto entrare nella mia mente idee che altrimenti sarebbero rimaste astratte. [...] L'ingranaggio può essere usato per illustrare molte idee potenti di matematica 'avanzata', come i gruppi o il moto relativo. Ma può fare di più. Non si riallaccia solo alla conoscenza formale della matematica, ma anche ad una 'conoscenza corporea', che è poi lo schema senso-motorio del bambino. Si può *essere* l'ingranaggio, si può capire come gira mettendosi al suo posto e girando con lui. E' questa duplice relazione, insieme astratta e sensoriale, che dà all'ingranaggio il potere di introdurre nella mente potenti concetti matematici".

Il parere di Anna Maria Arpinati (I.R.R.S.A.E. Emilia Romagna)

Il tema si presta bene, specie nella fascia dell'obbligo, a far lavorare i ragazzi molto con le mani per costruire modelli e manufatti di vario genere. Possono essere eseguite riproduzioni, in scale diverse, dello stesso oggetto; possono, dato un solido, essere ricercati i suoi sviluppi piani, possono viceversa essere ricostruiti dei solidi, a partire da uno dei suoi sviluppi piani. Utile anche lavorare con i kirigami.

E perché non affrontare la costruzione di alcuni di quei Kit di carta, in vendita presso quasi tutti i musei più importanti, grazie ai quali si ricostruiscono, in piccola scala, monumenti e costruzioni famose, di cui è così ricca l'Italia?

Il parere di Rossella Garuti (I.R.R.S.A.E. Emilia Romagna)

Un esempio, interessante per la scuola di base, riguarda il campo di esperienza degli ingranaggi e meccanismi. Essi hanno una fisicità molto evidente: possono venire manipolati dagli alunni e questa attività si accompagna all'uso del linguaggio, del disegno e dell'osservazione. Oggetti della vita quotidiana (bicicletta, cavatappi, apriscatole, frullini, etc.) contengono sistemi articolati (aste collegate fra loro) e ingranaggi (ruote dentate, viti senza fine, cremagliere). La loro descrizione e rappresentazione grafica spinge gli allievi verso la produzione di ipotesi sul funzionamento di un ingranaggio qualsiasi con due, tre o più ruote o verso la progettazione di un ingranaggio con certi vincoli. D'altra parte la ruota dentata è modellizzata dagli allievi come un cerchio (ruota sdentata). Ad esempio la situazione cruciale di inserire una terza ruota dentata ingranata tra due ruote ingranate si modellizza nel problema (geometrico) del disegno di un cerchio tangente a due cerchi dati.

Tema 5. Misura, elaborazione e rappresentazione: strumenti e tecnologie per conoscere

Le leggi della natura esprimono relazioni fra grandezze. La definizione delle grandezze è di tipo operativo ovvero sta nello specificare cosa si intende per misura e in che modo la grandezza deve essere misurata. Per ottenere misure attendibili bisogna sviluppare e tarare strumenti adeguati al contesto e rispettare regole e procedure. Le tecnologie rendono il procedimento di elaborazione e rappresentazione dei dati un'attività orientata allo sviluppo cognitivo. Il concetto di misura ha un ruolo centrale come strumento di validazione di ogni percorso conoscitivo in ambito scientifico.

SCUOLA DI BASE

FISICA

AA.VV. (1996), *Le scienze sperimentali nella scuola di base*, La Fisica nella Scuola, XXIX, 3/SUPP.

Si tratta di una raccolta di materiali incentrati sul ruolo che il laboratorio dovrebbe avere nell'educazione scientifica a livello di scuola media. I materiali sono suddivisi in due parti. La prima parte raccoglie contributi che affrontano il problema del laboratorio da prospettive diverse, toccando ed enfatizzando parecchi aspetti che concorrono a definire il problema generale: il ruolo degli esperimenti qualitativi, il problema epistemologico del rapporto tra teorie ed esperimento, le immagini possedute dagli studenti sul ruolo delle attività sperimentali nella costruzione di conoscenza scientifica, suggerimenti per la progettazione e realizzazione di attività di laboratorio. Nella seconda parte sono raccolti resoconti piuttosto variegati di esperienze di insegnamento sperimentale. In particolare nell'articolo di Masi M. G., "Il programma di scienze (e matematica) nella scuola media... e io" viene specificamente affrontato il problema della misura.

GIORDANO E., GAMBINI A. (1999), *Comunicazione in rete telematica e costruzione collaborativa di concetti scientifici: le precipitazioni atmosferiche*, La Fisica nella Scuola, XXXII, 1, p.5.

Viene descritta un'esperienza condotta con otto classi di scuole medie mirata a valutare le potenzialità educative delle nuove tecnologie. Le classi sono state collegate in rete tra loro e con i ricercatori. Attraverso questo potente mezzo di comunicazione, è stata avviata e sviluppata una discussione sulla misura delle precipitazioni atmosferiche. La metodologia di lavoro adottata ha permesso la creazione di una 'comunità' e sviluppato nuove e significative possibilità di apprendimento.

SCIENZE

K. BRIAN, *Quanto misura?*, Editoriale Scienza

La metrologia è alla base della conoscenza del mondo. Questo è uno dei primi libri per bambini che affronti la questione in modo divertente e pratico.

A. VESPI, *Misurare è facile?*, enciclopedia monografica Loescher (b/36) – Loescher Editore
Il libro vuole aiutare insegnanti e ragazzi nella conquista della capacità di saper leggere "dati quantitativi", in qualunque campo dell'osservazione scientifica.

SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE

IL LABORATORIO NELL'INSEGNAMENTO DELLA FISICA

AA.VV. (1994), *Strategie di insegnamento della fisica: il ruolo del problema e il ruolo del laboratorio*, La Fisica nella Scuola, XXVII, 4/SUPP.

Vengono raccolti dei materiali prodotti in occasione di un convegno sul "Ruolo delle attività sperimentali nella didattica della fisica", organizzato per dare forma alla discussione avviata in seguito alla pubblicazione su *La Fisica nella Scuola* dell'articolo di Hodson (Hodson, 1992). Il convegno mirava a mettere a fuoco le problematiche attinenti il laboratorio nell'ambito di una moderna didattica della fisica. Nelle relazioni sono descritte le diverse linee di tendenza, i punti di vista più accreditati e un confronto tra le varie posizioni.

HODSON D. (1992), Una visione critica dell'attività pratica nell'insegnamento delle scienze sperimentali, *La Fisica nella Scuola*, XXV, 3, p.259

Nell'articolo viene fortemente criticata la pratica sperimentale diffusa nella scuola. Secondo l'autore, le attività sperimentali solitamente proposte agli studenti sono mal concepite, confuse e senza alcun valore educativo. Esse infatti non contribuiscono all'apprendimento di contenuti o metodologie scientifici, né portano li studenti a *fare* scienza o ad acquisire quelli che vengono chiamati "atteggiamenti scientifici".

L'ELABORAZIONE DEI DATI SPERIMENTALI

FABRI E. (1995), *Elaborazione dei dati sperimentali: la cosiddetta "teoria degli errori"*, La Fisica nella Scuola, XXVIII, 3, p.118.

Il problema dell'elaborazione dei dati sperimentali viene affrontato con l'obiettivo di sfatare alcuni 'miti' che, nella pratica didattica, si traducono in eccessi nella trattazione di aspetti inessenziali (ad esempio, i dettagli sulla "teoria degli errori") e, viceversa, nell'insufficiente spazio dedicato a questioni più centrali per il lavoro sperimentale e per la stessa comprensione della fisica (ad esempio, l'analisi delle cause di errore).

STEFANINI L. (1977), *Considerazioni didattiche sull'interpretazione dei dati sperimentali*, La Fisica nella Scuola, X, 2, p.65.

Si tratta di una serie di considerazioni sull'interpretazione dei dati sperimentali mirate a mettere in discussione un "dogmatismo pseudo-sperimentale" diffuso nella pratica sperimentale svolta nelle scuole. Tale linea didattica ostacolerebbe, secondo l'autore, l'acquisizione di consapevolezza circa il ruolo che l'osservazione e la misura giocano nel processo di crescita della conoscenza scientifica.

L'INTRODUZIONE DEL CALCOLATORE NEL LABORATORIO DI FISICA

AA.VV. (1993), *L'insegnamento sperimentale della fisica nel biennio della secondaria superiore e l'impiego dell'elaboratore*, La Fisica nella Scuola, XXVI, 1/SUPP.

In questa raccolta vengono analizzati il ruolo delle attività sperimentali e l'impiego del calcolatore soprattutto in relazione ai progetti di sperimentazione del Piano Nazionale per l'Informatica (PNI) e della Commissione Brocca. Si tratta di materiale prodotto nell'ambito di un Corso di Aggiornamento AIF su "L'insegnamento sperimentale della fisica nel biennio della scuola secondaria superiore". I vari contributi riguardano: una presentazione e discussione dei programmi di fisica per il biennio; proposte derivanti da lavori di ricerca didattica per l'impiego dell'elaboratore; descrizioni di esperienze di laboratorio realizzate da insegnanti; alcuni materiali di aggiornamento.

BARTOLI A., GIORGINI B., PALMONARI F.M., PIOGGIA D. (1998), *Alcune considerazioni didattiche e tecniche sull'uso del V-Scope*, La Fisica nella Scuola, XXXI, 2, p.73.

Vedi Tema 3.

GANDOLFI E., VITULLO C. (1997), *Trasformazione termodinamica isoterma on-line: un'occasione per discutere la realizzazione e la taratura di un trasduttore di volume*, La Fisica nella Scuola, XXX, 2, p.79.

Vedi Tema 3.

PECORI B., TORZO G., SCONZA A. (1998), *Come valorizzare un antico esperimento con la tecnica MBL: la macchina di Atwood per condurre una ricerca sperimentale sul moto*, La Fisica nella Scuola, XXXI, 2, p.83.

Vedi Tema 3.

TORZO G. (1999), *La clessidra ad acqua di Galileo, ovvero un precursore dei moderni trasduttori, relazione al Corso di Aggiornamento "Le rivoluzioni scientifiche (1600-1750), Nuovi saperi e nuovi linguaggi*, IRSSAE Veneto, 29-30 settembre 1999, Mestre (VE).

Vedi Tema 3.

TORZO G., PECORI B. (1999), *Uno studio sperimentale del moto lungo un piano inclinato*, La Fisica nella Scuola, XXXVII, 3/SUPP, p.99.

Vedi Tema 3.

SUPPORTI AUDIOVISIVI

VIDEOCASSETTE

Luce E Colore , LE SCIENZE – Mondadori VIDEO

È l'interazione tra la radiazione luminosa e la materia a conferire agli oggetti del mondo che ci circonda la più consueta e straordinaria delle proprietà, il colore, in tutte le sue sfumature.

Forse è sbagliato parlare di errori di misura solo nella scuola secondaria. Gli errori possono essere trattati, a livello semplice, anche nella scuola primaria; e solo se si parlerà di errori, si potrà fare seriamente, in questo tipo di scuola, qualche attività di laboratorio.

Il parere di Anna Maria Arpinati, tecnico IRRSAE Emilia Romagna

Il tema potrebbe indurre a proporre, in questa parte della CM 270 una lettura anche storica dei principali avvenimenti scientifici e tecnologici; lettura che non è realmente presente in nessuna parte della circolare. Si può allora a tale scopo mettere in pratica, nelle aule scolastiche specie della scuola primaria, un suggerimento che Umberto Eco ha dato durante il suo intervento al Convegno "Le giornate dell'autonomia" (Roma, Hotel Ergife, 29 febbraio - 1 marzo 2000): "..... per questo suggerivo, come trovata ideale, che sin dai primi anni, insieme all'atlante, al crocifisso e al ritratto del Presidente dietro la cattedra, lungo le quattro mura dell'aula scorra un indice graduato che dal Big Bang vada all'estinzione dei dinosauri, di lì all'invenzione della ruota, sino ai giorni nostri. Forse la linea che va dalla nascita di Cristo a noi potrebbe essere riprodotta sotto la linea principale, dietro alla cattedra, in scala maggiore. A mano a mano che si apprende una nozione a cui giova anche essere situata nel decorso storico, si mette una bandierina su un punto della linea....."

Tema 6. I materiali

La scoperta e l'invenzione di nuovi materiali e delle relative tecnologie hanno accompagnato l'evoluzione delle società umane fin dalla preistoria. La descrizione e la comprensione delle loro proprietà consente una visione più consapevole dell'ambiente in cui agiamo, delle possibilità e dei limiti della tecnica

SCUOLA DI BASE

SCIENZE

PERCORSO N. 105 (1999), *Rocce magmatiche, sedimentarie e metamorfiche*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag 45.

L'itinerario prevede l'osservazione, la manipolazione e il confronto (anche al microscopio) di campioni di rocce attraverso l'utilizzo di una scheda di lavoro approntata dall'aula didattica. La classificazione delle rocce, realizzata sulla base della loro genesi, permette di giungere alla comprensione del ciclo delle rocce e dell'evoluzione della Terra.

PERCORSO N.108 (1999), *Pietre e uomo: dalla pietra ai metalli*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag 45.

Il percorso prevede l'osservazione di vetrine didattiche contenenti rocce e minerali utilizzate dall'uomo nella Preistoria, in epoca storica e nell'industria attuale. In una vetrina specifica si osservano strumenti preistorici in pietra e le rocce usate come materie prime per la loro costruzione. La visione di un filmato introduce e illustra alcuni temi legati ai giacimenti minerari, all'estrazione, lavorazione e uso dei metalli. Tramite metodi usati in fisica si scoprono alcune interessanti proprietà dei metalli e si osservano infine direttamente alcuni minerali, i metalli da essi ricavati e le loro leghe. Si mette in evidenza l'utilizzo delle riserve minerarie nelle diverse epoche, tenendo conto dei mutamenti culturali, economici, tecnologici ed ambientali, con particolare riferimento ai concetti di materia prima, risorse naturali, riserve minerarie, riciclaggio dei metalli, impatto sull'ambiente.

PERCORSO N. 109 (1999), *Pietre preziose, metalli preziosi, ambre*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag. 46.

L'osservazione di specifici minerali, integrata da video e diapositive, permette di acquisire conoscenze relative alle principali pietre preziose, ai metalli preziosi, alle ambre (resine fossili) e alle loro proprietà fisiche, genesi e giacimenti nel mondo; alla loro estrazione, lavoro e commercio; alla loro applicazione alla moderna tecnologia (cristalli naturali e sintetici); alla loro identificazione anche tramite strumenti di misura; ai miti e leggende ad essi collegati (pietre magiche e terapeutiche, pietre dello Zodiaco).

PERCORSO N. 110 (1999), *Pigmenti minerali*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag. 46.

Attraverso l'osservazione e manipolazione di specifici campioni, il percorso permette di acquisire conoscenze sulle proprietà fisiche e chimiche di pigmenti naturali ottenuti da rocce e minerali e al loro utilizzo come materiali coloranti nell'arte (pittura e decorazione), nella cosmesi e nell'industria, sia in passato che oggi.

PERCORSO N. 111 (1999), *Rocce in città*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag. 46.

Il percorso permette l'osservazione e la conoscenza delle rocce, con particolare riferimento ai materiali provenienti dal territorio bolognese e al loro utilizzo come materiali da costruzione e da decorazione nei monumenti e negli edifici storici a Bologna. E' complemen-

tare al percorso n.105 "Rocce magmatiche, sedimentarie e metamorfiche" e può essere gestito direttamente dai docenti con il supporto di schede di lavoro approntate dall'Aula didattica.

PERCORSO N. 114 (1999), *Meteoriti*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag. 46.

L'osservazione di queste rocce particolari e della relativa vetrina didattica fornisce un buon approccio ai meteoriti, alla loro origine e provenienza, alla loro importanza per la conoscenza della struttura della Terra, alla loro classificazione basata sulla composizione mineralogica; dai miti e leggende che hanno sempre avvolto questi materiali alle ultime teorie.

SUPPORTI AUDIOVISIVI

CDROM

Edumat, LE SCIENZE

Il cd-rom è un corso multimediale interattivo sulla scienza e la fisica della materia. È dotato di un laboratorio virtuale che offre la possibilità di condurre esperimenti e di conoscere le proprietà di molti dei moderni materiali che ci circondano, dai semiconduttori alle fibre ottiche, dalle materie plastiche alle leghe magnetiche. Funziona in ambiente Windows e Macintosh.

Tema 7. Energia: trasformazioni, impieghi, fonti primarie

Ogni fenomeno al quale assistiamo è connesso con trasferimenti di energia e con la conversione da una forma all'altra. L'energia si presenta in molte forme differenti e un piccolo gruppo di leggi molto generali sta alla base di ogni possibile processo di trasformazione da una all'altra di tali forme.

SCUOLA DI BASE

FISICA

CAPRIOLO P. P. (1995), *Trasformazioni dell'energia*, in Alfieri F., Arcá M., Guidoni P., Il senso di fare scienze a scuola. Un esempio di mediazione tra cultura e scuola, IRRSAE Piemonte, Bollati Boringhieri, Torino, p.402.

Il lavoro presentato fa parte di una ricerca condotta in classi di scuole elementari sull'insegnamento delle scienze. Il concetto di energia viene analizzato a partire da riflessioni di ampia portata culturale (dalla storia del concetto, all'utilizzo del termine 'energia' nel linguaggio comune, al suo significato scientifico) al fine di capire cosa un bambino immagina quando sente parlare di energia e, di conseguenza, al fine di individuare percorsi significativi per la comprensione del concetto scientifico di energia.

CASTELNUOVO E., GORI GIORGI D., GORI GIORGI C. (1980), *L'energia solare: un argomento svolto in terza media nell'anno scolastico 1978-79*, La Fisica nella Scuola, XIII, 1, p.1.

PULLIA TERZI P. (1993), Classe II/F, *Trasformazioni dell'energia solare*, La Fisica nella Scuola, XXVI, 4, p.181.

Vengono descritte esperienze svolte in classi di scuola media sull'energia solare. In particolare, nel primo articolo sono analizzati problemi fisici, matematici e tecnologici insiti nella costruzione dei pannelli solari e nella captazione dell'energia solare al di sopra dell'atmosfera. Mentre, nel secondo articolo vengono descritte esperienze concrete che permettono di studiare la trasformazione dell'energia solare in altre forme di energia.

VIOLINO P. (1978), *Una sperimentazione sull'energia nella scuola primaria*, La Fisica nella Scuola, XI, 1, p.6.

Viene presentato un lavoro realizzato con bambini di scuola elementare incentrato sulla costruzione di macchine a vapore via via più complesse. Obiettivo generale del lavoro è quello di educare gli allievi ad un metodo di lavoro 'pre-scientifico', in cui le attività manuali hanno un ruolo di grande importanza anche per dare una visione della scienza e della tecnologia come qualcosa di comprensibile e affrontabile da tutti.

SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE

QUESTIONI DI CARATTERE GENERALE SUL CONCETTO DI ENERGIA IN FISICA

FALK G., HERMANN F., SCHMID B. (1989), *Diverse forme di energia o portatori di energia?*, La Fisica nella Scuola, XXII, 4, p.169.

GUIDONI P. (1989), *Forme di energia: perché no?*, La Fisica nella Scuola, XXII, 4, p.173.

Il primo articolo presenta un modo originale di introdurre il concetto di energia. Gli autori considerano fuorviante il concetto di "forme di energia" e pensano vada sostituito con il concetto "portatori di energia" molto più adatto, dicono, data la natura di grandezza tipo-

sostanza dell'energia. Il secondo articolo consiste in una risposta al precedente, in cui l'autore discute l'approccio proposto esponendo le proprie perplessità sulla reale efficacia dal punto di vista cognitivo.

OGBORN J. (1989), *Energia e combustibile. Il significato di "ciò che fa andare le cose"*, La Fisica nella Scuola, XXII, 2, p.112.

Viene individuato come uno dei problemi maggiori nella comprensione del concetto di energia il suo pensarla come "ciò che fa andare le cose". Viene sottolineato e argomentato ampiamente perché tale idea possa creare ostacoli nella comprensione del concetto scientifico di energia legato più a qualcosa che 'si conserva' che non a qualcosa che 'si consuma'.

VIGLIETTA L. (1989), *Una definizione molto usata ma scorretta*, La Fisica nella Scuola, XXII, 2, p.84.

In questo breve articolo viene discussa la definizione spesso data di energia come "attitudine di un corpo a compiere lavoro" e viene in particolare sottolineato quanto questa contraddica le leggi della termodinamica.

ESPERIENZE DIDATTICHE PER L'INSEGNAMENTO DEL CONCETTO DI ENERGIA

BASTAI PRAT A., DOMINIJANNI M., QUASSIATI B. (1984), *Il problema dell'energia: sperimentazione di alcune unità didattiche*, La Fisica nella Scuola, XVII, 2, p.68.

Vengono descritte alcune unità didattiche sperimentate a livello di scuola superiore sul problema dell'energia. Tali unità sono state costruite per raggiungere i seguenti obiettivi formativi: fornire agli studenti strumenti di comprensione dei complessi rapporti che legano tra loro sviluppo scientifico, sviluppo tecnologico e problemi sociali; far approfondire agli studenti concetti fisici fondamentali.

GIRAUDO I., VIGLIETTA L. (1989), *Idee degli allievi su conservazione e dissipazione dell'energia*, La Fisica nella Scuola, XXII, 2, p.95.

Vengono passate in rassegna le principali ricerche di didattica della fisica mirate ad indagare le idee spontanee degli studenti sul concetto di energia e le difficoltà da loro incontrate nella comprensione del concetto scientifico in questione. Viene inoltre riportata un'indagine condotta dagli autori e vengono dati suggerimenti per un approccio al problema che tenga conto delle difficoltà evidenziate e cerchi di superarle.

VIGLIETTA L. (1989), *Il principio della termodinamica in un corso di fisica a livello di scuola secondaria superiore: un approccio macroscopico*, La Fisica nella Scuola, XXII, 2/IR.

Viene descritto in modo dettagliato e con indicazioni per una sua realizzazione in classe un percorso didattico "Energia e le sue leggi". La peculiarità di questo percorso è che viene enfatizzato, rispetto ai tradizionali percorsi, il ruolo del II principio della termodinamica nella costruzione e comprensione del concetto di energia.

FONTI ENERGETICHE E AMBIENTE

CONFORTO A.M., GIOVA A., SIGNORINI C. (1991), *Il problema del nucleare e la scuola: un'ulteriore indagine*, La Fisica nella Scuola, XXIV, 3, p.115.

Vengono riportati i risultati di un'indagine condotta tra studenti di scuola secondaria e del primo anno dell'università al fine di ricavare informazioni circa la loro conoscenza del problema della radiazioni ionizzanti e dei loro effetti sulla salute e sull'ambiente. I risultati indicano i mass-media come maggiore fonte di informazione e, quindi, registrano carenze della scuola nell'educazione ambientale.

CONFORTO A.M., MAYER M., BONI E., COSENTINO M.V., RIZZI R. (1983), *Problemi sull'energia: proposte per una presentazione didattica*, La Fisica nella Scuola, XVI, 1, p.17.

Viene riportata un'esperienza svolta in due licei mirata a dare agli studenti chiavi con cui leggere il dibattito allora in corso a livello nazionale e internazionale circa la crisi energetica e la necessità di sviluppare nuove fonti di energia. Tale lavoro ha previsto la collaborazione con 'esperti' sia per inquadrare il problema generale delle risorse energetiche, sia per la costruzione di semplici dispositivi per la captazione e l'utilizzazione dell'energia solare.

Tema 8. Informazione e comunicazione

Dopo la società agricola e industriale la società contemporanea è caratterizzata dalle trasformazioni legate alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Alcuni modelli della comunicazione, come trasmissione di messaggi che contengono informazioni, possono essere applicati all'interazione fra esseri viventi, a quella fra macchine e a quella fra i primi e le seconde. La comunicazione fra macchine, la rappresentazione dell'informazione e la sua misura possono essere studiate sulla base di modelli matematici che costituiscono la base delle tecnologie della comunicazione e dell'informazione. L'elaborazione e la rappresentazione dell'informazione mediante linguaggi e strumenti oramai comuni, consente di creare semplici "laboratori" dell'informazione. La complessità raggiunta dai linguaggi e dai processi di elaborazione delle informazioni pone all'attenzione anche problemi di grande portata, come il rapporto fra naturale e artificiale in ambito cognitivo, la natura dell'informazione come risorsa e gli aspetti sociali del suo trattamento.

SCUOLA DI BASE

SCIENZE

LAENG M. (2000), *Due rivoluzioni dimenticate*, Didattica delle scienze e informatica nella scuola, n° 25.

L'articolo, di tipo divulgativo, vuole dare l'idea dello sviluppo storico che ha avuto l'evolversi dei sistemi di comunicazione. Sotto il successo planetario di Internet stanno alcune invenzioni tecnologiche che è bene non dimenticare: il telegrafo e la meccanografia.

SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE

COMUNICAZIONE E INFORMAZIONE

GOLDFINGER C., *L'utile e il futile* editore Utet

Per secoli la produzione di un qualunque settore economico si è misurato in tonnellate. Oggi, nell'era informatica avanzano le produzioni ed i consumi immateriali. Il software diventa sempre più importante dell'hardware, l'informazione è ormai un bene primario, fare finanza significa spostare dei dati nelle reti telematiche. Si passa da un mondo basato sugli atomi ad un mondo basato sui bit.

SINGH S. (1999), *Codici & segreti: la storia affascinante dei messaggi cifrati, dall'antico Egitto ad Internet*

In questo libro la storia, la linguistica, l'enigmistica, la statistica, l'elettronica, l'informatica, la fisica quantistica illustrano l'evoluzione dell'arte del cifrare, sotto il pungolo dei progressi di quella del decifrare.

Forti anche i legami con la storia: si possono imparare la corrispondenza cifrata di Maria Stuarda, e seguire le vicende della decodifica del codice tedesco ENIGMA (che ha influenzato non poco le sorti della seconda guerra mondiale).

Si arriva all'odierna "crittografia a chiave pubblica", che permette di scambiare messaggi segreti senza dover distribuire la chiave per decifrarli.

Il libro può anche considerarsi come un vero manuale, che spiega con chiarezza i rudimenti della crittografia: l'appendice H è dedicata ad esercizi per il lettore interessato.

MATEMATICA

BAROZZI G. C., (1987), *Aritmetica: un approccio computazionale*, Zanichelli, Bologna.

La scoperta, avvenuta nel 1977, che un risultato risalente a Fermat e generalizzato da Eulero poteva essere utilizzato per la costruzione di codici crittografici virtualmente indecifrabili, ha destato un forte ritorno di interesse per l'aritmetica da parte di ambienti industriali, bancari e militare. Questo volumetto, scritto in una prospettiva didattica, vuole essere un contributo alla rilettura in chiave algoritmica di alcuni classici argomenti della teoria elementare dei numeri.

BERARDI L., BEUTELSPACHER A. (1996), *Crittologia: come proteggere le informazioni riservate*, Franco Angeli, Milano.

Il libro, fino a pochi anni fa, poteva interessare solo pochi specialisti; oggi nell'era di Internet, il tema ha acquisito dei risvolti pratici che interessano potenzialmente ciascun cittadino. Il testo, che alterna riferimenti storici a descrizioni tecniche, cerca di far comprendere al lettore un problema antico: trovare un punto di equilibrio, un equo compromesso fra due esigenze ugualmente valide: il diritto alla riservatezza individuale e la salvaguardia della collettività.

BERARDI L. BEUTELSPACHER A. (1999), *Come rendere sicura la posta elettronica*, Archimede N. 3, pag. 137.

Ogni volta che, per comunicare, viene usato un canale pubblico, i messaggi trasmessi possono essere intercettati da persone non autorizzate. Questo pericolo, già esistente con il telefono ed altri mezzi di comunicazione, aumenta notevolmente se si usa Internet e, in particolare, la posta elettronica. Un rimedio per risolvere questi problemi è dato dal cifrare i messaggi, usando i mezzi forniti dalla crittografia. Da un punto di vista teorico il cifrare appare semplice, ma realizzare un sistema di cifratura non è altrettanto semplice, specialmente se esso viene usato in una rete di comunicazione a cui partecipa un grande numero di utenti, non fissato inizialmente. In questo lavoro viene descritto un programma, il PGP, che risolve gran parte dei problemi; in particolare si studiano le seguenti questioni: come si trasmette la chiave, come si scelgono le chiavi, come si stabilisce che le chiavi siano quelle autentiche.

SUPPORTI AUDIOVISIVI

VIDEOCASSETTE

La Realtà Virtuale e i suoi segreti, LE SCIENZE – Mondadori VIDEO

Gli stratagemmi fisici e matematici che consentono di muoversi nel mondo virtuale sperimentando le stesse sensazioni visive, sonore e tattili che si provano nel mondo reale.

CDROM

I Segreti Della Mente, LE SCIENZE

Come funziona la memoria? A cosa servono le emozioni? Come impara il nostro cervello? Come funziona la percezione? Che cos'è la coscienza? Come si sviluppa il cervello di un bambino? Si può costruire una mente artificiale? "I segreti della mente" risponde a queste domande con un'esplorazione interattiva del cervello, in due cd-rom, in compagnia dei più autorevoli neuroscienziati e psicologi cognitivi di livello internazionale, tra cui Jean-Pierre Changeux e il premio Nobel Herbert Simon. La mente, il cervello, l'intelligenza sono temi intrinsecamente umani, che toccano nel profondo il nostro io e su cui tutti noi abbiamo

curiosità e desideri di apprendimento da soddisfare. I segreti della mente è l'opera più autorevole ed efficace per comprendere le più avanzate conoscenze sul funzionamento del cervello in modo semplice e stimolante. Grazie a divertenti esperimenti interattivi, video, animazioni e tavole rotonde virtuali, "I segreti della mente" permette di scoprire e di verificare direttamente su noi stessi i meccanismi di funzionamento dell'intelligenza. Funziona in ambiente Windows e Macintosh.

Il parere di Antonio Tagliavini, (ADA s.r.l.)

Il tema fornisce lo spunto per far vedere come i nuovi strumenti di comunicazione stiano cambiando sia i rapporti interpersonali, sia il modo di fare le cose. . La presenza della rete, il fatto di poter accedere alle informazioni senza spostarsi fisicamente, la sostituzione dei documenti cartacei, sta cambiando profondamente il nostro modo di lavorare.

Per quanto riguarda il secondo aspetto, "fare le cose", aspetto in cui la comunicazione fra uomo e computer sta assumendo sempre più importanza, va tenuto presente che avremo bisogno nel prossimo futuro di personale sempre più fornito di specializzazioni ad alto livello.

Proprio per consentire agli utenti "normali" di compiere in modo relativamente semplice azioni sempre più sofisticate, ciò che "sta dietro" (hardware e software) ha raggiunto complessità tali da risultare di difficile accesso a chiunque. Le difficoltà evidenti che hanno gli stessi produttori a governare il proprio software è un sintomo chiaro.

Il parere di Aurelia Orlandoni (I .R.R.S.A.E. Emilia Romagna)

Il problema della sicurezza nella trasmissione delle informazioni e l'importanza della costruzione di codici crittografici "sicuri" ha determinato un rinnovato interesse per gli aspetti aritmetici della matematica. Sia i computer che le calcolatrici programmabili e che contengono sistemi CAS (Computer Algebra System) sono utili strumenti per l'insegnamento di questi argomenti.

Tema 9. Microcosmo e macrocosmo

L'uomo, con l'invenzione di strumenti che hanno ampliato le sue possibilità osservative, negli ultimi due secoli ha scoperto l'esistenza di due nuovi mondi al di fuori della sua dimensione, nell'estremamente piccolo e nell'estremamente grande. Poiché l'esperienza quotidiana è limitata a fenomeni a scala "umana", quelli a scala microscopica e macroscopica spesso contrastano col senso comune.

SCUOLA DI BASE

GENERALE

MORRISON P. E P., *Potenze di dieci*, Collana Nuovi classici della scienza, ed. Zanichelli. ISBN 88-08-06178-7

L'essenza di questo libro sta nelle quarantadue illustrazioni a piena pagina su fondo nero che si susseguono nelle pagine di destra. Le scene in esse raffigurate presentano un modello visivo della nostra attuale conoscenza dell'universo, riproducendo, lungo un percorso in linea retta, vari livelli di realtà, in direzione sia del macrocosmo sia del microcosmo. A fronte di ciascuna di queste illustrazioni c'è una pagina di approfondimento in cui si esaminano particolari, oggetti di osservazione o la storia della nostra conoscenza. Con lo stesso titolo è disponibile anche una videocassetta, edizioni LE SCIENZE.

SCIENZE

PERCORSO N. 115 (1999), *I perché della Terra*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag 46.

La Terra nei suoi ingredienti, minerali e rocce, è in continua trasformazione: alcuni cambiamenti sono impercettibili, altri spettacolari, alcuni sono lenti altri rapidi. Ma perché si verificano questi mutamenti? Per comprendere i meccanismi e i processi si adoperano semplici strumenti di fisica e chimica. La partecipazione attiva e lucida dei ragazzi a questo laboratorio di mineralogia sperimentale li farà accostare in modo più consapevole al mondo delle scienze della Terra.

SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE

MICROCOSMO E MACROCOSMO

MORRISON P. E P., *Potenze di dieci*, Collana Nuovi classici della scienza, ed. Zanichelli. ISBN 88-08-06178-7

L'essenza di questo libro sta nelle quarantadue illustrazioni a piena pagina su fondo nero che si susseguono nelle pagine di destra. Le scene in esse raffigurate presentano un modello visivo della nostra attuale conoscenza dell'universo, riproducendo, lungo un percorso in linea retta, vari livelli di realtà, in direzione sia del macrocosmo sia del microcosmo. A fronte di ciascuna di queste illustrazioni c'è una pagina in cui si esaminano particolari, oggetti di osservazione o la storia della nostra conoscenza, approfondendo concetti legati alla potenza del dieci illustrata.

Con lo stesso titolo è disponibile anche una videocassetta, edizioni LE SCIENZE –VIDEO Mondadori.

MICROCOSMO

AA.VV. (1992), *Ricerca sull'insegnamento delle particelle elementari in un moderno programma di fisica della scuola secondaria superiore*, La Fisica nella Scuola, XXV, 2/IR.

Si tratta di un volume che raccoglie materiale presentato e prodotto nell'ambito di un corso di aggiornamento sull'insegnamento della fisica delle particelle elementari a livello di scuola secondaria superiore. Il materiale è organizzato in tre parti. La prima parte riguarda l'informazione sullo stato attuale della ricerca (modello standard, rilevatori, connessione tra macrocosmo e microcosmo, ecc.). La seconda parte verte su alcuni progetti internazionali ed esperienze didattiche sull'insegnamento delle particelle elementari. Nella terza parte vengono proposti itinerari didattici con indicazioni di carattere metodologico.

AA.VV. (1993), *Proposte didattiche per l'insegnamento della fisica quantistica*, La Fisica nella Scuola, XXVI, 2/SUPP

Si tratta di una raccolta di relazioni tenute nell'ambito di un corso di aggiornamento sull'insegnamento della fisica quantistica. L'idea base è che un insegnante, per affrontare temi di fisica moderna, dovrebbe possedere non solo una solida conoscenza disciplinare ma anche una visione d'insieme dello sviluppo storico delle teorie, unita alla riflessione sul ruolo e sul significato della fisica nonché sui problemi epistemologici che il suo sviluppo ha posto e pone. Le relazioni sono pertanto raggruppate in tre parti. La prima parte raccoglie riflessioni sui fondamenti della meccanica quantistica e un'analisi dello spinoso problema della misurazione quantistica. La seconda parte riguarda aspetti storici ed epistemologici della meccanica quantistica e la terza parte illustra esperimenti eseguiti con materiali relativamente comuni nei laboratori di fisica.

BERNARDI G., VERONDINI E. (1992), *Il mondo alla scala dei 10-4 m: il nucleo atomico*, La Fisica nella Scuola, XXV, 1, p.1

L'articolo è suddiviso in due parti: nella prima parte, a carattere informativo, vengono illustrate le proprietà fondamentali dei nuclei; nella seconda parte, a carattere didattico, vengono presentati tre schemi in cui calare percorsi didattici differenziati (uno sperimentale, uno storico e uno teorico). Viene infine fornita una bibliografia per eventuali approfondimenti.

HEISENBERG W. (1977), *Sviluppo di concetti nella storia della teoria di quanti*, La Fisica nella Scuola, X, 4, p.167.

Questa è la traduzione di un articolo di Heisenberg pubblicato sull'American Journal of Physics nel 1975 in cui il noto fisico descrive la nascita di tre concetti che hanno avuto grande importanza nel suo lavoro: il concetto di stato stazionario discreto, il concetto di stato in generale, il concetto di particella elementare.

LA TEANA F. (1998), *La nascita della meccanica quantistica (1900-1926)*, La Fisica nella Scuola, XXXI, 4/SUP, p.119.

Si tratta di una raccolta commentata di due memorie originali: "Reinterpretazione quantistica delle relazioni cinematiche e meccaniche" di Heisenberg e "La quantizzazione come problema agli autovalori" di Schrödinger.

KRUGLAK H. (1988), *Una camera a nebbia a diffusione fatta in casa*, La Fisica nella Scuola, XXI, 2, p.90

KRUGLAK H. (1990), *Moto browniano: esperimento di laboratorio*, La Fisica nella Scuola, XXIII, 4, p.152.

Si tratta di due schede nelle quali vengono date indicazioni per la realizzazione di due esperimenti mirati ad indagare il microcosmo. In particolare nel secondo articolo il moto browniano viene utilizzato per il calcolo del numero di Avogadro.

SCATTURIN P., TORZO G., DELFITTO G., PECORI B. (2000), *Il macroscopio: una versione didattica del microscopio a scansione di forza*, La Fisica nella Scuola, in corso di pubblicazione.

Vengono illustrate le caratteristiche tecniche e le potenzialità didattiche di uno strumento (il "macroscopio") progettato per operare a livello macroscopico con tecniche analoghe a quelle usate nell'indagine a livello microscopico, allo scopo di permettere anche a studenti con poche conoscenze fisiche di base di comprendere il processo attraverso il quale si costruiscono le immagini in Microscopia a Scansione di Forza (SFM).

SEGRÈ G., MASILLO S., ROBERTI G. (1991), *La struttura della materia*, in Grimellini Tomasini N. e Segrè G., *Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti*, La Nuova Italia, Scandicci (Firenze)

Vengono trattati cinque argomenti (la materia nei tre stati di aggregazione, la natura particellare della materia, la pressione di gas e suo rapporto con la teoria cinetica, i cambiamenti di stato e le trasformazioni chimiche, il concetto di "mole"), con l'obiettivo di evidenziare i collegamenti esistenti fra essi e di mostrare come tali collegamenti non siano spesso riconosciuti dagli studenti a causa della rigida e tradizionale distinzione tra l'insegnamento della fisica e quello della chimica.

MACROCOSMO

BERGIA S. (1997), *Problemi fondazionali e metodologici in cosmologia*, in Boniolo G. (Ed.) (1997), *Filosofia della fisica*, Mondadori, Milano.

GRATTON L. (1983), *Cosmologia: i fatti*, La Fisica nella Scuola, XVI, 4, p.165.

TORALDO DI FRANCIA G. (1996), *Universo come oggetto fisico*, La Fisica nella Scuola, XXIX, 4, p.186.

In questi lavori vengono presentati i principali problemi fondazionali della cosmologia. In particolare viene descritta la peculiarità di questo campo di ricerca che ha un solo oggetto da indagare (l'universo) e che non può utilizzare una pratica sperimentale più tipicamente fisica basata sulla riproduzione in laboratorio del fenomeno da studiare.

ASTRONOMIA

FROVA A., MARENZANA M. (1999), *Parola di Galileo*, Editore Rizzoli

Il testo offre un originale percorso attraverso le scoperte di Galileo Galilei: per chi vuole ritrovare le origini dell'astronomia e della fisica moderna, scoprendone con sorpresa l'estrema attualità.

Il libro è particolarmente adatto agli studenti.

LEVY D. H., *Il cielo*, editrice De Agostini.

Questo manuale è scritto per chi vuole prendere confidenza con l'astronomia. E' una guida ideale grazie anche alle carte celesti e alle molte illustrazioni.

SUPPORTI AUDIOVISIVI

VIDEOCASSETTE

I predatori del microcosmo (insetti, ragni, scorpioni), LE SCIENZE - – Mondadori VIDEO
 Immagini spettacolari riprendono insetti, ragni e scorpioni nelle loro battaglie per la sopravvivenza e la perpetuazione della specie. Le loro sofisticate strutture anatomiche, vere e proprie armi, sono visualizzate grazie ad efficaci animazioni computerizzate in 3D.

Potenze di Dieci, LE SCIENZE - – Mondadori VIDEO

Il mondo dei numeri e delle dimensioni fisiche, nelle spettacolari immagini realizzate da Charles e Ray James per la IBM. Un viaggio dal macrocosmo dell'universo al microcosmo degli atomi, con il continuo e regolare riferimento alla scala dimensionale di ciò che viene mostrato. Si passa così dall'immagine della nostra Galassia (1022 metri), al primo piano di un uomo che riposa su un prato (100 metri), al nucleo atomico (10-14 metri). Con lo stesso titolo è disponibile anche un libro.

La Membrana Cellulare, LE SCIENZE - – Mondadori VIDEO

Molto più che un semplice mezzo di separazione tra l'esterno e l'interno della cellula, la membrana svolge un ruolo attivo nel consentire il passaggio di molecole e nell'attaccare gli agenti estranei, utilizzando i suoi recettori specifici.

Il Nucleo Cellulare

Il filmato consente di visitare l'interno del nucleo, dove sono codificate le istruzioni che permettono alla cellula di compiere le proprie attività vitali, come il metabolismo e la riproduzione.

Astronomia, cosmologia, 10 videocassette dedicate a questo tema, LE SCIENZE - Mondadori VIDEO.

- *Comete e Asteroidi* - rischi di impatto con la terra

Splendide immagini, sequenze filmate e animazioni in 3D per illustrare i grandi impatti subiti dalla Terra nel passato e quanto si sta facendo oggi per prevederli ed evitare catastrofi come quella che ha portato all'estinzione dei dinosauri.

- *Big Bang, Quasar e Buchi Neri*

L'origine del cosmo, la sua evoluzione e il suo destino finale interpretati alla luce delle nuove immagini dell'universo riprese dai potenti telescopi a terra e da quelli in orbita con una risoluzione senza precedenti.

- *Viaggio nel Tempo* - origine e fine dell'universo

Dal big bang alla formazione delle galassie, dall'origine del sistema solare a quella della vita sulla Terra, dalla comparsa fugace della civiltà umana fino alla definitiva estinzione dell'universo.

- *Urano e Nettuno*

Le immagini eccezionali di due avamposti del sistema solare, riprese dalla sonda Voyager durante il viaggio interplanetario che rappresenta una delle pietre miliari nella storia delle spedizioni spaziali.

- *Saturno*

Il secondo "pianeta gigante" del sistema solare e con tutta probabilità il meno denso, ma indubbiamente il più affascinante e misterioso a causa degli anelli che lo circondano. Oggi, grazie alla missione Voyager, gli anelli di Saturno costituiscono la struttura meglio conosciuta del pianeta e le riprese della NASA ne offrono una testimonianza.

- *Giove*

Il "pianeta gigante", ripreso dalle telecamere delle spedizioni spaziali Pioneer e Voyager, che di Giove hanno analizzato le strutture a bande delle nubi di ammoniaca e la caratteristica macchia rossa.

- *Marte*

Posandosi sulla superficie di Marte, le sonde Viking hanno permesso di svelare molti dei misteri che avevano alimentato le fantasiose ipotesi degli antichi astronomi. Nel documentario è possibile osservare dettagliatamente la superficie del pianeta, che in parte assomiglia alle zone desertiche e vulcaniche della Terra.

- *La Conquista della Luna*

21 luglio 1969: Neil Armstrong, comandante dell'Apollo 11, è il primo uomo a mettere piede sulla Luna. Lo speaker commenta: "È un piccolo passo per l'uomo, ma un grande balzo per l'intera umanità". Attraverso le immagini emozionanti di questo documentario è possibile rivivere quel momento storico, insieme ad altri eventi oramai epici della conquista dello spazio.

- *Venere e Mercurio*

Le riprese affascinanti dei due "piccoli" pianeti di tipo roccioso, con le splendide immagini delle nubi dell'atmosfera venusiana e della superficie di Mercurio, che richiama da vicino quella lunare.

- *Il Sole*

Una spettacolare selezione di immagini ed elaborazioni al computer della NASA sulla stella che fornisce l'energia alla Terra. Nel documentario si trovano le più significative immagini effettuate dallo Skylab e commentate dai ricercatori dell'agenzia spaziale americana.

CDROM

L'universo in un Cd-rom, vero planetario casalingo. Editrice Tecniche Nuove

Tema 10. Dimostrazioni e modelli

L'uso dei modelli, matematici e analogici, è strategico nel processo di comprensione della realtà, sia per verificarne leggi e comportamenti, sia, a volte, per l'indicazione di nuovi spunti di ricerca. A livello educativo ed epistemologico si tratta di confrontare il metodo "induttivo" con forme più rigorose di argomentazione scientifica fino ad arrivare alla dimostrazione logico-matematica. La tecnologia offre per questo validi strumenti didattici.

SCUOLA DI BASE

MATEMATICA

AA. VV. (1996) *Argomentare e Dimostrare nella scuola Media*, a cura di L. Grugnetti, R. Iadè, M. Reggiani, Atti del XV convegno nazionale dei Nuclei di ricerca in Didattica della Matematica per la Scuola Media, Salice Terme (PV)..

Il quaderno raccoglie comunicati e interventi sul senso dell'approccio alla dimostrazione nella scuola dell'obbligo. Si è cercato di dare una risposta a domande del tipo:

- *Dimostrare: convincere o chiarire?*
- *Quali aspetti didattici implica il passaggio da mostrare a dimostrare?*
- *Quale ruolo assegnare alle congetture?*
- *Quali temi dei programmi ministeriali si prestano maggiormente ad attività argomentative o preparatorie alla dimostrazione?*

BARTOLINI BUSSI M. , BONI M., FERRI F. E GARUTI R. (1999), *Early Approach To Theoretical Thinking: Gears in Primary School*, Educ. Studies in Math., 39 (1-3), 67-87.

L'articolo presenta in forma completa il percorso didattico svolto nella scuola dell'obbligo (scuola elementare e media) per un approccio al pensiero teorico nel campo di esperienza delle ruote e dei cerchi : a partire dalle prime osservazioni su ingranaggi presenti in oggetti di uso quotidiano (es. frullatore, correttore a nastro, etc) si giunge alla costruzione di una "teoria" delle ruote e dei cerchi che consente l'approccio a prime dimostrazioni in campo geometrico.

BONI M. (1997) , *Prime dimostrazioni di cinematica degli ingranaggi, in Dallo spazio del bambino agli spazi della geometria*, Atti del 2° Internuclei scuola dell'Obbligo, a cura di L. Grugnetti, Salsomaggiore Terme (PR).

Nell'articolo viene presentato un percorso didattico nella scuola elementare a sostegno della seguente ipotesi di lavoro: il campo di esperienza degli ingranaggi consente un approccio precoce ai teoremi, con l'enunciazione di una teoria , la produzione di enunciati e la costruzione delle relative dimostrazioni, fino a semplici casi di dimostrazioni per assurdo.

SIBILLA A (1994)., *Le proprietà dei numeri in prima media: approccio alle dimostrazioni e al formalismo algebrico*, in Basso & al. (eds), Numeri e proprietà, Università di Parma..

L'articolo illustra una esperienza innovativa di approccio alla dimostrazione in campo algebrico a partire da osservazioni sulle proprietà dei numeri naturali.

SCIENZA DELLA TERRA

PIACENTE S. (1991), *La complessità della geologia, mezzo di formazione e di verifica della logicità nella scuola elementare*, La Scuola Se, Nicola Milano Ed.

La Geologia, disciplina considerata, non a torto, complessa, può assumere un ruolo altamente formativo se utilizzata proponendo percorsi non contenutistici ma logici.

SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE

MATEMATICA

AA. VV. (1998), *Esplorare la geometria con CABRI II*, a cura di A. Orlandoni, stampato da I.R.R.S.A.E. Emilia Romagna.

Il volume raccoglie i lavori di un gruppo di docenti della scuola secondaria superiore. I materiali prodotti sono stati sperimentati in classe e rivisti con l'obiettivo di renderli fruibili a insegnanti di matematica come punti di riferimento per esperienze didattiche.

AA. VV. (1999), *Matematica e software didattici*, a cura di G. Margotta, stampato da I.R.R.S.A.E. Emilia Romagna.

In questo volume sono riportati i lavori svolti da gruppi di insegnanti di matematica del triennio di scuola secondaria superiore, nel corso di un seminario svoltosi a Bellaria. Ad ogni gruppo era stato richiesto di approfondire e discutere la soluzione di alcuni esercizi utilizzando software matematico. I materiali prodotti possono essere di aiuto ad altri colleghi interessati all'insegnamento della matematica con l'elaboratore.

APPEL K., HAKEN W. (1992), *Il problema dei quattro colori*, La matematica della complessità, LE SCIENZE Quaderni, n. 67.

Il teorema dei quattro colori, secondo il quale è possibile colorare una qualsiasi carta geografica con quattro colori solamente, senza che due paesi confinanti abbiano lo stesso colore è stato formulato nel 1852, mentre è stato dimostrato nel 1976 con l'aiuto di calcolatori ad alta velocità. In quest'articolo viene ripresa la storia e descritta la dimostrazione realizzata grazie alla nuova generazione di calcolatori.

ARZARELLO F., OLIVERO F., PAOLA D., ROBUTTI O. (1999), *Dalle congetture alle dimostrazioni. Una possibile continuità cognitiva*, L'insegnamento della matematica e delle scienze integrate, vol. 22B n. 3, Centro Ricerche didattiche Morin, Paderno del Grappa.

In questo articolo vengono sottolineate le diverse modalità di ragionamento nei processi risolutivi e di "dragging" (trascinamento di elementi di una figura) che abbiamo osservato, sia nella fase di produzione di congetture, sia in quella della loro validazione. Sono poi analizzati i protocolli di due studenti che dovevano risolvere un problema con Cabri-géomètre.

ISRAEL G. (1999), *Mille lenti per osservare il mondo: ottant'anni di modellistica matematica*, Notiziario dell'UMI, supplemento al n. 10, pag. 17.

Viene presentata un'ampia panoramica sul problema della modellistica matematica, a supporto delle altre scienze. L'articolo prende spunto dalle indicazioni di John von Neumann: "... le scienze non cercano di spiegare, a malapena tentano di interpretare, ma fanno soprattutto dei modelli. Per modello si intende un costrutto matematico che, con l'aggiunta di certe interpretazioni verbali, descrive dei fenomeni osservati...".

MARIOTTI M.A (1998), *Introduzione alla dimostrazione all'inizio della scuola secondaria superiore*, L'insegnamento della matematica e delle scienze integrate vol. 21B n. 3, Centro Ricerche didattiche Morin, Paderno del Grappa.

L'articolo illustra un progetto di ricerca che riguarda l'introduzione di un approccio deduttivo alla geometria per allievi della fascia di età 14-16 anni.

L'esperienza è incentrata su attività di costruzione geometrica che costituiscono il contesto problematico in cui il significato di giustificazione può evolvere verso la concezione teorica di dimostrazione matematica.

MOGETTA C. (1998), *Il passaggio dall' argomentazione matematica alla dimostrazione in situazione di problem solving: elementi di rottura e di continuit  cognitiva*, L'insegnamento della matematica e delle scienze integrate vol. 21B n.5, Centro Ricerche didattiche Morin, Paderno del Grappa.

La complessit  cognitiva della dimostrazione matematica   particolarmente evidente nel contesto educativo. L'articolo sottolinea gli elementi di rottura cognitiva e quelli di continuit  fra gli aspetti dell'argomentazione e della dimostrazione. Le attivit  di problem solving costituiscono uno strumento per cercare di superare la separazione fra l'argomentazione e la dimostrazione.

PAOLA D., ROBUTTI O. (2000), *Dall'assiomatico al virtuale: Cabri-géomètre*, Iter scuola cultura societ , anno II n. 6, Istituto dell'enciclopedia italiana Treccani.

L'articolo descrive alcune attivit  di geometria con Cabri-géomètre ,svolte nell'ambito delle iniziative del gruppo di ricerca didattica dell'Universit  di Torino. L'ipotesi che sta alla base del lavoro   che Cabri-géomètre (che offre la possibilit  di esplorazioni dinamiche sulle figure di geometria), non solo possa favorire l'attivit  di produzione di congetture da parte degli studenti, ma costituisca un validissimo aiuto per i principianti anche nell'attivit  dimostrativa.

VILLANI V. (1997), *Dal concreto della scuola dell'obbligo all'astratto della scuola superiore. Conquista di nuovo sapere o perdita di significato?* L'insegnamento della matematica e delle scienze integrate, vol. 20A-B n. 5, Centro Ricerche didattiche Morin, Paderno del Grappa.

Nel passaggio dalla scuola media inferiore a quella superiore gli alunni devono affrontare un repentino aumento di rigore, astrazione e generalizzazione.

Attraverso l'analisi di alcuni esempi si suggerisce una strada possibile per individuare collegamenti fra l'insegnamento-apprendimento della matematica nei diversi livelli scolastici.

SCIENZA DELLA TERRA

CARTON A., PIACENTE S. (1985), *La cartografia tematica nella lettura del paesaggio geografico: una proposta didattica*. In: Atti 21° Conv. Naz. A.I.C.-Roma. Boll. A.I.C., 65, 105-109. Napoli.

Attraverso la presentazione di un grande manifesto illustrato, a pi  tavole, viene proposta una metodologia di approccio alla conoscenza del paesaggio geografico in grado di evidenziare e fissare concettualmente le principali variabili che contribuiscono alla formazione e alla evoluzione del paesaggio stesso

PIACENTE S. (1994) - *Piccoli pensieri eretici su teorie e modelli in geologia*. Naturalmente, Boll. Inf. Ins. Sc. Nat. anno 7, numero 3, 8-10.

L'articolo propone una nuova chiave di lettura dell'uso dei modelli nella ricerca geologica, in particolare cerca di recuperare l'aspetto problematico, e quindi altamente formativo, delle scienze "non esatte".

SUPPORTI AUDIOVISIVI

CD ROM

BARTOLINI BUSSI M. et. AL (1999), *Theatrum Machinarum*

Il parere di Giulio Cesare Barozzi (Universit  di Bologna)

I moderni software, progettati per la didattica della matematica, danno l'opportunit  di visualizzare, come mai in precedenza, molti concetti matematici. Si offre cos  agli

allievi una grande quantità di esemplificazioni, e quindi la possibilità, di fare congetture, ipotesi, che saranno poi da argomentare e dimostrare. Molti i software che si prestano a ciò: Derive, Cabri-géomètre, Cindrella, Mathematica, Maple, eccetera.

Il parere di Antonio Tagliavini (ADA s.r.l.)

Il tema ribadisce l'idea galileiana che si conosce una cosa quando la si riesce ad esprimere in numeri; da qui discende l'importanza dei modelli. Costruire un modello vuol dire conoscere. Usarlo significa poter rispondere alla domanda "Che cosa succede se...?" ossia prevedere. Mettendo assieme modelli semplici si possono simulare realtà complesse.

Vi sono nell'uso dei programmi di simulazione due insidie che non vanno sottovalutate. La prima è quella di dimenticarsi che il modello non è la realtà. La realtà ha sfumature di cui un modello non può o non vuole tener conto. La seconda è che saper usare un programma di simulazione non significa aver compreso che cosa vi sta dietro. Avere strumenti potenti a disposizione può portare ad una confidenza pericolosa e a un atteggiamento rinunciatario piuttosto che a servirsene per una comprensione più approfondita dei fenomeni.

Il parere di Rossella Garuti (I.R.R.S.A.E. Emilia Romagna)

Nella ricerca in didattica della matematica negli ultimi anni è aumentato l'interesse per l'approccio alla dimostrazione anche nella scuola di base. Non significa certo introdurre l'insegnamento di dimostrazioni formali già dalla scuola elementare, ma di analizzare quali legami di tipo cognitivo esistono fra argomentazione in campo scientifico e dimostrazione matematica.

Raramente viene chiesto agli alunni di ogni ordine di produrre autonomamente congetture.

Se è vera l'ipotesi di una continuità fra produzione di una congettura e costruzione della sua (eventuale) dimostrazione così espressa allora diventa determinante presentare situazioni problematiche aperte ed abituare gli alunni a produrre congetture argomentate.

Tema 11. Metodo matematico, metodo sperimentale, tecnologie

Le specificità del metodo matematico e del metodo sperimentale vanno evidenziate anche in correlazione con l'uso delle tecnologie che via via si rendono disponibili. Il certo e il probabile possono essere due modi di interpretare i fenomeni reali che andrebbero enfatizzati nella pratica didattica.

SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE

MATEMATICA

AA. VV. (1999), *Probabilità e statistica nella scuola liceale*, Ministero della pubblica Istruzione, quaderno n. 28.

Nel quaderno sono riportati gli atti del Seminario Nazionale di aggiornamento svoltosi presso il Liceo Scientifico "G. Ricci Curbastro" di Lugo di Romagna. Contiene numerosi spunti didattici su come affrontare in classe gli argomenti di studio della probabilità e della statistica anche con l'utilizzo del foglio elettronico e delle calcolatrici grafiche.

AA. VV. (1999), *L'insegnamento della Matematica e delle Scienze Sperimentali con le Calcolatrici Grafiche e Simboliche*, Atti del 1° Convegno Internazionale dell'Associazione per la Didattica con le Tecnologie, Tecnoprint, Bologna.

Gli Atti contengono varie esperienze didattiche, riflessioni e proposte per l'utilizzo in classe delle calcolatrici grafiche (TI-89 e TI-92) nell'insegnamento della matematica: algebra, geometria, analisi e probabilità e della fisica con particolare riguardo all'utilizzo del sistema CBL per "esperimenti di fisica on-line".

AA. VV. (1999), *Matematica e software didattico*, a cura di G. MARGOTTA, IRSSAE Emilia Romagna.

Nel corso di un seminario a cui hanno partecipato 36 insegnanti sono stati proposti 30 problemi da risolvere utilizzando software didattici (Cabri, Derve, Matematica, ...). Ogni gruppo doveva, oltre che proporre la soluzione, analizzare il guadagno formativo legato all'utilizzo del software. Il volume riporta i lavori svolti da tutti i gruppi.

BAROZZI G.C., CAPPUCCIO S. (1997), *Le calcolatrici grafiche nell'insegnamento della matematica*, Pitagora Editrice Bologna.

Questo volume vuole offrire ai docenti di matematica spunti di riflessione ed una serie di suggerimenti volti ad un utilizzo consapevole e mirato delle calcolatrici scientifiche. Le caratteristiche tecniche di queste ultime, qui si utilizza la TI-92, soprattutto dopo l'aggiunta di capacità grafiche non trascurabili, i cui limiti sono individuabili soltanto nelle ridotte dimensioni dello schermo, ed ancor più le capacità di calcolo simbolico, ne fanno strumenti di elevata potenza.

DACUNHA D., CASTELLE (1999), *La scienza del caso*, Edizione Dedalo.

Tutti dovrebbero conoscere quel ramo della matematica che si chiama "calcolo delle probabilità"; si avrebbero così meno illusi (specie in Italia) del lotto e del Superenalotto.

Questo libro permette di prendere confidenza con i concetti di caso e di probabilità (non dimentichiamo che il calcolo delle probabilità è controintuitivo per tutti). Nel testo non ci si ferma alla matematica dell'aleatorio, ma si esamina anche il rischio medico, il rischio assicurativo, il rischio finanziario e la stessa informazione di massa su tutti questi argomenti.

GASPARETTI M., *Computer e scuola: guida all'insegnamento con le nuove tecnologie*, editrice Apogeo.

Il testo è adatto sia ai docenti che agli studenti, per meglio affrontare le novità che l'introduzione dei computer nelle scuole stanno producendo.

IMPEDOVO M. (1999), *Matematica: insegnamento e computer algebra*, Springer.

Questo libro, attraverso temi matematici significativi, mostra percorsi didattici, provati in classe nell'ambito della sperimentazione labclass del MPI, che, partendo da attività di esplorazione, congetture e ricerca sperimentale, hanno lo scopo di rafforzare la valenza semantica degli oggetti matematici e innestare su un terreno più solido la loro sistemazione sintattica.

PASCAL D., *Parliamo di probabilità*, editore Levrotto & Bella.

Il calcolo delle probabilità esposto non in modo sistematico, ma per singoli problemi: dai giochi con i dadi, alla valutazione dei test diagnostici.

SUPPORTI AUDIOVISIVI

CDROM

Gli Ingegneri del Rinascimento, LE SCIENZE

Le sensazionali macchine di Leonardo, Brunelleschi, Francesco di Giorgio e degli altri ingegneri del Quattrocento, ricostruite grazie alle ricche immagini e animazioni computerizzate di questo cd-rom. Funziona in ambiente Windows e Macintosh.

Il parere di Giulio Cesare Barozzi (Università di Bologna)

Un bell'esempio che si può inserire in questo tema è quello della scoperta del pianeta Nettuno, da parte degli scienziati J.C. Adams e U. Leverrier. Questi, sulla base di perturbazioni di Urano non spiegabili con l'influenza dei pianeti fino allora conosciuti, ipotizzarono l'esistenza di un pianeta transuranico, prevedendone l'orbita. Il fatto importante è che Adams e Leverrier, a priori, riuscirono a calcolare con buona approssimazione tutte le caratteristiche geometriche dell'orbita ellittica del nuovo pianeta.

Il parere di Aurelia Orlandoni (I.R.R.S.A.E. Emilia Romagna)

Il foglio elettronico e le calcolatrici grafiche consentono di affrontare lo studio della statistica e della probabilità a partire da situazioni reali. L'analisi di grandi quantità di dati, lo studio dell'andamento di un fenomeno, la simulazione di eventi aleatori sono solo alcuni esempi di argomenti, praticamente inaffrontabili con carta e penna, la cui trattazione diventa semplice con le tecnologie.

Tema 12. La scienza del vivere quotidiano

Comprendere i fenomeni del vivere quotidiano significa saperli ricondurre a particolari manifestazioni di leggi generali. E' interessante, sia dal punto di vista didattico, sia metodologico, proporre repertori e schede di "eventi" rilevati nel vivere quotidiano, per spiegare ciò che accade intorno a noi.

SCUOLA DI BASE

SCIENZE

PERCORSO N. 103 (1999), *Oggetti e minerali*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag 45.

Un semplice e interessante approccio alla mineralogia viene proposto mediante l'osservazione e la manipolazione di alcuni oggetti e dei minerali utilizzati per la loro costruzione, con particolare attenzione alle proprietà fisiche: forma, colore, trasparenza, lucentezza, superficie, durezza, fragilità. Semplici esperimenti integrano l'attività; in particolare per la durezza si effettuano prove per la scalfittura, utilizzando strumenti di misura convenzionali. Lo scopo è di fornire elementi per l'identificazione e la classificazione dei minerali presi in esame. L'osservazione di alcune vetrine didattiche completa il percorso del Museo.

L'itinerario, se rivolto alla fascia di età di 5-6 anni, viene proposto in modo da creare quelle premesse sul mondo dei minerali che verranno ulteriormente approfondite nelle tappe successive.

PERCORSO N. 104 (1999), *Minerali: forme, associazioni e proprietà*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag 45.

Lo studio della mineralogia inizia con l'osservazione di minerali e l'individuazione di alcune loro proprietà (forma, colore, trasparenza, lucentezza, superficie, durezza, fragilità, inclusioni, peso specifico) tramite metodi usati in fisica e con l'utilizzo di strumenti di misura convenzionali. Infine si procede, in base a criteri conosciuti, ad una classificazione dei minerali esaminati. Inoltre, utilizzando modelli di solidi geometrici e di reticoli cristallini (atomo), se ne osserva e analizza la morfologia e la struttura interna, per giungere alla definizione di sostanza cristallina, sostanza amorfa e minerale. L'osservazione di alcune vetrine didattiche completa il percorso.

PERCORSO 109 (1999), *Pietre preziose, metalli preziosi, ambre*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag. 46.

L'osservazione di specifici minerali, integrata da video e diapositive, permette di acquisire conoscenze relative alle principali pietre preziose, ai metalli preziosi, alle ambre (resine fossili) e alle loro proprietà fisiche, genesi e giacimenti nel mondo; alla loro estrazione, lavoro e commercio; alla loro applicazione alla moderna tecnologia (cristalli naturali e sintetici); alla loro identificazione anche tramite strumenti di misura; ai miti e leggende ad essi collegati (pietre magiche e terapeutiche, pietre dello Zodiaco).

PERCORSO N. 110 (1999), *Pigmenti minerali*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag. 46.

Attraverso l'osservazione e manipolazione di specifici campioni, il percorso permette di acquisire conoscenze sulle proprietà fisiche e chimiche di pigmenti naturali ottenuti da rocce e minerali e al loro utilizzo come materiali coloranti nell'arte (pittura e decorazione), nella cosmesi e nell'industria, sia in passato che oggi.

AA. VV. (1997), *Dizionario visuale Zanichelli*, editore Zanichelli.

Il dizionario offre schemi e immagini estremamente chiari che possono aiutare l'insegnante ad avviare discussioni sugli "eventi" rilevati nel vivere quotidiano.

SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE

FISICA GENERALE

AA.VV. (1993), *I giocattoli e la scienza*, La Fisica nella Scuola, Quaderno 4, XXVI, 4/SUP.

Si tratta di una raccolta di 'schede per gli insegnanti' elaborate in occasione della mostra "I giocattoli e la scienza" che si è tenuta a Trento nel maggio del 1992, organizzata dal Prof. Zanetti per conto del Dipartimento di Fisica dell'Università di Trento e in collaborazione con L'AIF. Attualmente la mostra è diventata itinerante ed è stata ospitata due volte anche dall'Istituto Tecnico Industriale "Aldini-Valeriani" di Bologna. La mostra raccoglie giocattoli e oggetti che suscitano stupore e curiosità.

GIL PEREZ D., MARTINES TORREGROSA J., SENENT PEREZ F. (1989), *L'insuccesso nella risoluzione di problemi di fisica: una ricerca orientata su nuovi presupposti (I parte)*, La Fisica nella Scuola, XXII, 3, p.146.

GIL PEREZ D., MARTINES TORREGROSA J., SENENT PEREZ F. (1989), *L'insuccesso nella risoluzione di problemi di fisica: una ricerca orientata su nuovi presupposti (II parte)*, La Fisica nella Scuola, XXII, 4, p.182.

In questi articoli vengono riportati i risultati di una ricerca mirata a capire la natura delle difficoltà che gli studenti incontrano nel risolvere gli esercizi di fisica. Viene individuata come principale responsabile dell'insuccesso quella che gli autori chiamano "metodologia della superficialità": un modo di affrontare i problemi al quale abitano i normali e comuni esercizi. Infatti questi, più che favorire una comprensione reale della situazione fisica da studiare, abitano alla ricerca veloce della formula da applicare. Gli autori propongono pertanto di utilizzare nell'insegnamento anche problemi aperti e reali che non siano già predisposti ad una trattazione formale. I risultati ottenuti da precise sperimentazioni hanno infatti confermato che tali problemi possono di fatto migliorare la capacità di affrontare e capire situazioni nuove.

WALKER J. (1981), *Il luna park della fisica*, Zanichelli, Bologna.

Si tratta di una raccolta di problemi che si incontrano quotidianamente nel mondo reale spiegabili e interpretabili con la fisica. Oltre alla loro formulazione vengono fornite anche indicazioni su possibili soluzioni o bibliografie che aiutino ad affrontarli.

CAPIRE E INTERPRETARE FENOMENI O OGGETTI DELLA VITA QUOTIDIANA CON LA FISICA CLASSICA

BARTLETT A., HORD C.W. (1988), *L'effetto fionda: spiegazione e analogie*, La Fisica nella Scuola, XXI, 2, p.50

In questo articolo viene fornita una spiegazione alla portata di studenti di scuola secondaria dell'"effetto fionda", mediante il quale il campo gravitazionale di un pianeta viene sfruttato per aumentare o diminuire la velocità di una navicella spaziale.

BOSIO S., MICHELINI M. (1996), *L'emissione di luce della lampadina da bicicletta*, La Fisica nella Scuola, XXIX, 3, p.138.

DALLA ROSA M. (1977), *Misura del coefficiente aerodinamico di un'automobile effettuata con strumenti semplici*, La Fisica nella Scuola, X, 1, p.39.

FABRI E. (1978), *La fisica della pila*, La Fisica nella Scuola, XI, 3, p.111.

PUGLIESE JONA S. (1988), *Un problema di meccanica: l'analisi di un incidente d'auto*, La Fisica nella Scuola, XXI, 3, p.117.

In questi articoli alcuni oggetti o fenomeni della vita quotidiana vengono studiati e proposti come esempi di applicazione degli strumenti concettuali forniti dalla fisica classica.

LEVRINI O. (1996), *Un problema "reale" per capire la fisica*, La Fisica nella Scuola, XXIX, 2, p.59. Viene presentato un problema reale (l'oscillazione dell'incensiere del Santuario di Santiago di Compostela) come esempio di contesto nel quale far cogliere agli studenti le caratteristiche del processo di schematizzazione e formalizzazione grazie al quale è possibile dare ad un fenomeno reale quella forma che ne consenta una trattazione fisica. Vengono sottolineate le differenze tra i problemi reali e i comuni esercizi e viene argomentato come i problemi reali possano essere utili nell'insegnamento per dare della fisica un'immagine di disciplina problematica, nella quale c'è spazio per più possibili interpretazioni e punti di vista.

INTRODUZIONE DI ELEMENTI DI FISICA MODERNA A PARTIRE DALLA VITA QUOTIDIANA

CASADIO S., IANNIELLO M.G. (1998), *Blu del cielo e realtà degli atomi*, La Fisica nella Scuola, XXXI, 4.

MARX G., OGBORN J., TASNADI P. (1989), *Perché un elastico si allunga? (un esempio semplice di meccanica statistica)*, La Fisica nella Scuola, XXII, 2, p.107.

In questi articoli oggetti quotidiani o fenomeni naturali sono presentati come campo di indagine e di studio per introdurre elementi di fisica moderna. Pertanto la loro trattazione è tutt'altro che banale. Nel primo articolo vengono proposti anche esperimenti costruiti per favorire una migliore comprensione del fenomeno.

SCIENZA DELLA TERRA

PIACENTE S. (1999), *Geositi - Testimoni del Tempo*, a cura di POLI G. , Regione Emilia Romagna, Ed. Pendragon , Bologna

Il volume, e l'articolo citato in particolare, costituiscono un punto di partenza per la conoscenza e la valorizzazione del paesaggio geologico, che diventa occasione di percorsi conoscitivi e escursioni didattiche attraverso un inedito patrimonio naturale regionale.

SCIENZE

AA. VV. (1997), *Dizionario visuale Zanichelli*, editore Zanichelli.

Il dizionario offre schemi e immagini estremamente chiari che possono aiutare l'insegnante ad avviare discussioni sugli "eventi" rilevati nel vivere quotidiano.

SUPPORTI AUDIOVISIVI

VIDEOCASSETTE

Caos, LE SCIENZE - Mondadori VIDEO.

ordine e memoria associativa

Lo studio di come la dinamica dei fenomeni lineari possa generare caos deterministico oppure strutture sorprendentemente ordinate, fenomeni osservabili anche nella vita di tutti i giorni.

Biologia E Medicina, 11 videocassette dedicate a questo tema, LE SCIENZE - Mondadori VIDEO.

- *Sangue e Vita*

Il tessuto fondamentale per la vita, ripreso e analizzato nelle sue molteplici funzioni: il trasporto dell'ossigeno e degli elementi nutritivi, la rimozione dei materiali di scarto, il mantenimento della temperatura corporea e la difesa contro le malattie e i microrganismi infettivi.

- *Sesso ed Evoluzione*

Perché la sessualità si è affermata così prepotentemente nel corso dell'evoluzione dei viventi? Per la prima volta in un documentario si affronta questo interrogativo delicato e affascinante: la sessualità nelle varie specie, dalle più semplici all'uomo, e in tutte le sue manifestazioni, dal corteggiamento alla cura della prole.

- *La Droga e i suoi effetti sul Cervello*

Per ogni tipo di droga, l'origine, la storia, il meccanismo d'azione, la tossicità, i danni al sistema nervoso e al comportamento sono raccontati attraverso testimonianze dirette, immagini, sequenze filmate e animazioni in 3D.

- *La Riproduzione Umana naturale e assistita*

Oltre al processo naturale della fecondazione, vengono esaminate le cause della sterilità maschile e femminile e come si possa intervenire con le tecniche della procreazione assistita.

- *Il Virus dell'aids*

Il meccanismo mediante il quale l'HIV, il più insidioso, famoso e temuto dei virus, penetra nelle cellule immunitarie dell'ospite, si appropria del loro patrimonio genetico, le distrugge e si propaga nell'organismo.

- *I Meccanismi dell'evoluzione*

L'incredibile varietà degli organismi che vivono sulla Terra trova una spiegazione nei meccanismi dell'evoluzione: mutazioni casuali, selezione del più adatto, riproduzione sessuale, isolamento geografico. Nelle immagini del documentario riviviamo il viaggio di Darwin all'arcipelago delle Galapagos e gli esperimenti che permisero al naturalista inglese di mettere a punto la teoria della selezione naturale.

- *Genetica e Biologia dello Sviluppo*

Gameti, cromosomi, geni, mutazioni: l'esame dei meccanismi di trasmissione dei caratteri ereditari chiarisce la funzione della ricombinazione genetica e il suo contributo al successo evolutivo della specie. Attraverso queste eccezionali riprese è possibile entrare all'interno dei cromosomi per vedere i geni in azione. Si può così assistere all'unione dei gameti e osservare come l'embrione si sviluppa a partire dall'uovo fecondato.

- *Il Citoplasma*

Gli organelli contenuti nel citoplasma eseguono le istruzioni impartite dal nucleo, contribuendo alle attività metaboliche della cellula. Grazie al microscopio elettronico e alle moderne tecniche informatiche è oggi possibile osservare come si compie l'intenso lavoro di questo fondamentale compartimento cellulare.

- *La Membrana Cellulare*

Molto più che un semplice mezzo di separazione tra l'esterno e l'interno della cellula, la membrana svolge un ruolo attivo nel consentire il passaggio di molecole e nell'attaccare gli agenti estranei, utilizzando i suoi recettori specifici.

- *Il Nucleo Cellulare*

Il filmato consente di visitare l'interno del nucleo, dove sono codificate le istruzioni che permettono alla cellula di compiere le proprie attività vitali, come il metabolismo e la riproduzione.

- *La Cellula evoluzione e biologia molecolare*

Il funzionamento dell'unità di base di tutti gli organismi viventi è mostrato ripercorrendone le tappe più importanti del percorso evolutivo: come si è passati dalle prime molecole organiche del brodo primordiale alle molecole più complesse che consentono alla cellula di svolgere funzioni vitali, come sfruttare l'energia, moltiplicarsi e sintetizzare proteine e altri prodotti.

CDROM

MACAULAY D. (1995), *Alla scoperta del magico mondo delle macchine e della tecnologia. Funziona così*, Rizzoli New Media

Il parere di Anna Maria Arpinati (I.R.R.S.A.E. Emilia Romagna)

Poiché nell'enunciato del tema si invita a "proporre repertori e schede di "eventi" rilevati nel vivere quotidiano", si propongono, solo a titolo esemplificativo, alcune schede che, presentate alla classe, possono essere fonte di discussione e di messa a fuoco sul come, dietro ad oggetti di uso comune, stiano molto spesso l'indagine scientifica e il lavoro di schiere di ricercatori.

Tutte le schede proposte sono tratte da: TUTTOSCIENZE SCUOLA, supplemento del quotidiano LA STAMPA.

SMALTIMENTO DEI RIFIUTI

Discarica? Sì, ma non nel mio cortile!

Tutti concordano sulla necessità di un sito per l'immondizia ma nessuno accetta rischi di inquinamento di aria e acqua

Negli Stati Uniti è considerato il problema ambientale più importante degli Anni 90. In Italia accende anche gli animi ambientalmente più tiepidi. Perché tutti produciamo rifiuti, ma nessuno vuole una discarica vicino a casa sua. Questa ostilità collettiva - dei privati, ma anche degli amministratori - ha due nomi: «Sindrome Nimby» («Not in my backyard», cioè «Non nel mio cortile») e «Sindrome Nitmo» («Not in the terms of my offices», cioè «Non durante il mio mandato»).

L'inceneritore sarebbe una buona soluzione - è una fiamma «pulita» e non impone limiti al volume delle immondizie ma lascia residui invisibili e tossici, come la diossina. La tecnologia oggi promette temperature così alte da garantire una combustione sicura, ma il ricordo di Seveso è troppo vicino e troppo bruciante perché arrivi a es.

Resta un'unica possibilità: gli impianti di interrimento controllato, come quello disegnato qui a fianco.

La soluzione precedente - la discarica pura e semplice -

aveva sì il vantaggio di sfruttare i microbi aerobici (che hanno bisogno dell'ossigeno per vivere) per trasformare i rifiuti in concime, ma incoraggiava la moltiplicazione di topi e ratti. Senza contare che, nei giorni di vento, carta e plastica volavano via. E l'odore era intollerabile.

L'interrimento rimedia a questi inconvenienti: gli strati di plastica o di argilla entro i quali vengono racchiusi i rifiuti impediscono la circolazione dell'aria e incoraggiano i microbi anaerobici, che non hanno bisogno di ossigeno per decomporre i rifiuti in un miscuglio di anidride carbonica e metano, poi raccolto per produrre energia. La ricerca studia ora più accuratamente questi microbi, per capire in che modo sviluppano metano. E già si fantasmica di «biorreattori» fondati sul lavoro di speciali microrganismi, capaci di estrarre dai rifiuti un altissimo quantitativo di gas, tutto utilizzabile.

Sulle discariche l'informazione è poca e spesso controversa. A proposito della plastica, ad esempio, ci sono due versioni contrastanti. L'accu-

sa è quella di saturare rapidamente ogni impianto, perché è tanta e non si degrada. L'industria ribatte invece che il peso medio della plastica è rimasto invariato negli ultimi anni, anche se i prodotti a base di polimeri sono certamente aumentati. Questo perché il materiale è stato alleggerito: oggi, ad esempio, si fabbricano molte più bottiglie con la stessa quantità di plastica di vent'anni fa. E così leggere, si rompono e si ammassano più facilmente.

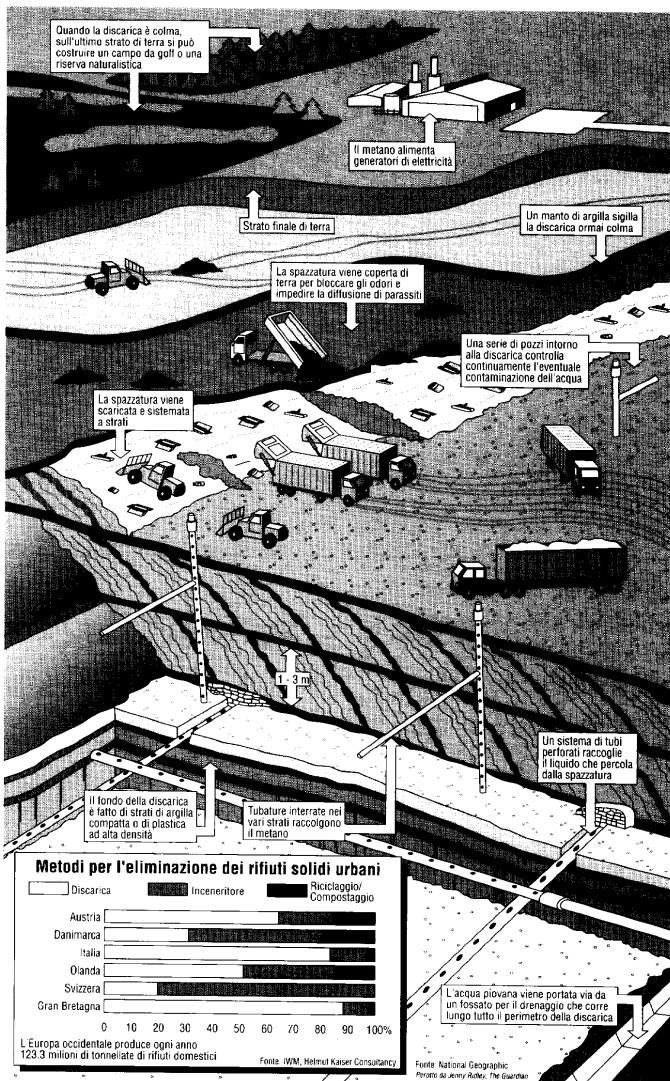
I microbi anaerobici lavorano insieme o in simbiosi per spezzare le grandi molecole dei rifiuti organici, come i carboidrati e le proteine, trasformandole in zuccheri, poi in acido acetico e infine in metano e anidride carbonica.

Il punto nevralgico di un impianto di interrimento è il cosiddetto percolato, un liquido di scarto prodotto dalla pioggia e dal continuo apporto di rifiuti umidi. La sua composizione varia, ma il problema che pone è sempre lo stesso: inquinamento delle falde acquifere e delle zone agricole intorno alla discarica. Se infatti tra i rifiuti ci sono materiali altamente tossici, il percolato che ne deriva va tenuto sotto controllo.

Per questo gli impianti di interrimento sono fatti di più strati impermeabili (argilla o grandi fogli di polietilene, spesso fino a tre centimetri) tra i quali si dispongono i rifiuti, costantemente controllati da monitor, in modo che qualsiasi perdita di percolato sia rimediabile prima che si propaghi tutt'intorno. E le tubature che corrono fra uno strato e l'altro hanno appunto la funzione di portarlo fuori.

La quantità di percolato e di gas generati da una discarica dipende da diversi fattori: la temperatura, il livello di acidità e umidità, il tipo di rifiuti e addirittura le vibrazioni del traffico. Che cosa fare di questi sottoprodotto dei rifiuti è un rompicapo per chiunque progetti una discarica. In tutto il mondo, ci sono circa trecento impianti di interrimento controllato che producono metano e lo utilizzano per scaldare le case vicine, i negozi, le serre. Si tratta comunque sempre di un combustibile a prezzi altissimi, non certo competitivo rispetto ad altre fonti energetiche anche se risolve il problema della «fermentazione» dei rifiuti.

Nonostante l'accuratezza dei progetti, resta difficilissimo far accettare una discarica alle comunità locali. La strada degli incentivi fiscali ha esiti incerti, perché ben pochi sono disposti a scambiare il rischio di contaminazione dell'aria e dell'acqua con qualche vantaggio economico - soprattutto se la discarica è di quelle che trattano i rifiuti industriali. E non si interesseranno neanche di fronte alla prospettiva di un bel parco naturale, costruito sulla discarica ormai colma.



LE DATE DELLA SCIENZA

Dicembre '72, parte «Apollo 17» l'ultima volta dell'uomo sulla Luna



Le immagini trasmesse in diretta dalla Luna furono un formidabile spacco di prova per la «giovanne» televisione

Dicembre 1972, dal 7 al 19: vent'anni fa l'ultima volta dell'uomo sulla Luna. «Apollo 17», sesta missione dopo quella del 21 luglio 1969 che portò i primi uomini sulla Luna (Neil Armstrong e Edwin Aldrin), chiude il capitolo della conquista umana del nostro satellite. Ormai andare sulla Luna non fa più notizia, eppure anche questa missione resterà nella storia dell'astronautica: si registra, infatti, il record delle ore di esplorazione (22), della quantità di materiale portato a terra (110,2 chilogrammi), delle orbite lunari (75) e della durata totale della missione: 12 giorni, 13 ore e 52 secondi (la prima missione, «Apollo 11», durò 8 giorni, 3 ore e 18 minuti).

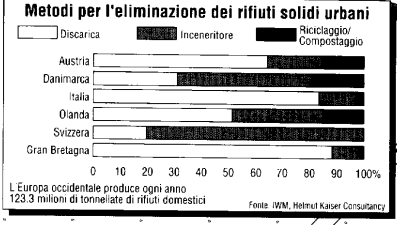
L'equipaggio è formato da

Ronald Evans, che pilota il modulo di comando, e da Eugene Larman e Harrison Schmitt che sbarcheranno invece sulla Luna. Schmitt sarà anche il primo astronauta-scienziato (è geologo) a partecipare a una missione lunare.

Curiosità: «Apollo 17» fa registrare la prima partenza notturna con equipaggio umano, e ciò per poter raggiungere agevolmente il luogo dell'atterraggio, a Nord dei Monti Taurus del cratere Littrow.

Durante l'esplorazione, effettuate a piedi e parte con il Lunar Rover, vengono trovate curiose palline di vetro che si rivelarono materiale vulcanico ricco di piombo, zinco e zolfo.

Franco Cabiati



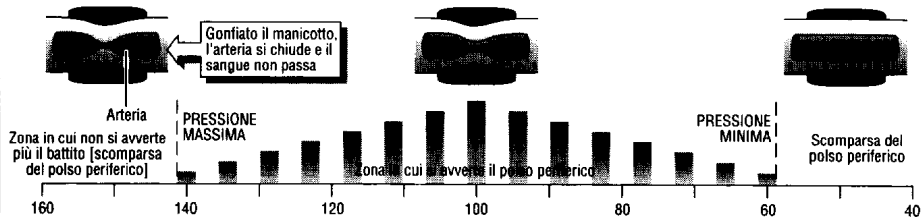
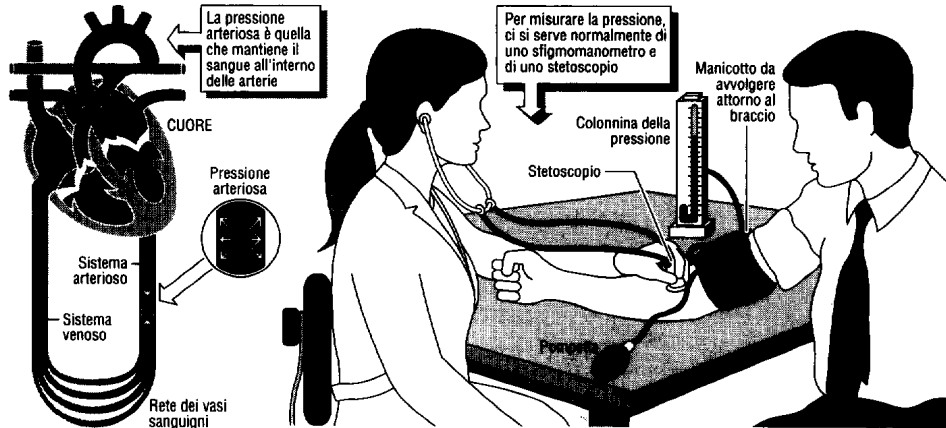
COME FUNZIONA LO SFIGMOMANOMETRO

Hai la pressione alta?

Misurare il flusso del sangue nelle arterie

La pressione idrostatica esercitata dal sangue sulle pareti arteriose è la forza che spinge il sangue dal cuore (la pompa) ai tessuti periferici. Questa pressione arteriosa (PA) è determinata da tre fattori: la contrazione cardiaca (la pompa), il letto vascolare (la resistenza) e il volume del sangue circolante (volemia). Quando il muscolo cardiaco (il miocardio) perde colpi e il volume del sangue diminuisce, la pressione scende (ipotensione). Quando invece il volume del sangue e la resistenza aumentano, la pressione sale (ipertensione).

La PA si misura in millimetri di mercurio (mmHg), con un apparecchio detto sfigmomanometro. Un manico viene avvolto attorno al braccio e gonfiato finché il polso periferico scompare, cioè non si avverte più il battito cardiaco. La ricomparsa del polso, che si percepisce con un fonendoscopio posto sull'arteria brachiale, alla piega del gomito, dà la pressione massima. La successiva scomparsa del polso dà invece la pressione minima. E' difficile stabilire quali siano i valori normali di PA, perché ogni individuo ha un suo equilibrio. In genere però si ritiene che, per la massima, non si debba andare oltre i 150 mmHg né scendere al di sotto dei 100. Quanto alla pressione minima, non dovrebbe salire oltre i 90 mmHg.



Lasciando andare il manico, l'arteria comincia ad aprirsi, il sangue passa di nuovo con turbolenza e il polso torna a farsi udibile. Con un fonendoscopio, si misura la pressione massima o sistolica

Infine l'arteria completamente aperta non offre più resistenza alla circolazione del sangue e il polso torna a scomparire. Questa è la pressione minima o diastolica

LE DATE DELLA SCIENZA

Così fu chiarito il meccanismo dell'insidioso choc anafilattico

NOVANT'ANNI fa il fisiologo francese Charles Richet scoprì l'anafilassi. Il fenomeno fu osservato la prima volta durante alcuni esperimenti per immunizzare i cani da certi agenti «urticanti». Mentre una prima somministrazione di tossine non provocava nessuna reazione, una seconda, anche a dosi molto ridotte, induceva invece una serie di disturbi che in alcuni casi poteva condurre anche alla morte.

Ciò determina la liberazione nel sangue di particolari sostanze (serotonina, istamina, bradichina) che turbano l'equilibrio fisiologico, fino a provocare lo shock anafilattico.

Curiosità: all'inizio, l'anafilassi venne interpretata in maniera sbagliata. Si pensò, infatti, che la prima iniezione annullasse le difese dell'organismo e che le reazioni dopo la seconda fossero una conseguenza dell'assenza di difese. Il nome stesso dato al fenomeno richiama l'errore di interpretazione. Richet, infatti, ritenne che il fenomeno fosse l'opposto della «reazione immunitaria» e per questo lo chiamò *anafilassi*, dal greco *ana* (contro) e *phylaxis* (difesa).

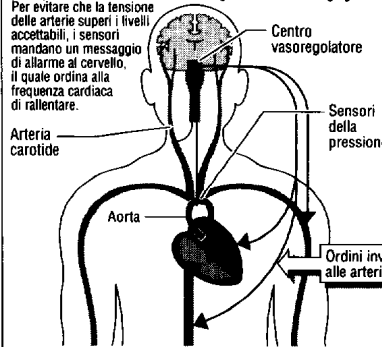


Il fisiologo francese Charles Richet che scoprì il fenomeno della anafilassi

Il meccanismo della anafilassi può essere schematizzato in questo modo: dopo la prima somministrazione non si osservano reazioni perché l'organismo non ha difese. Nel frattempo, però, alcune cellule dell'organismo imparano a riconoscere gli «aggressori» e pertanto, dopo la seconda, vengono prodotti anticorpi in gran quantità.

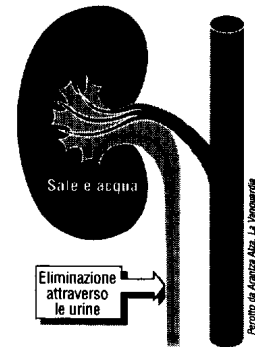
Franco Gàbici

La pressione arteriosa (PA) è mantenuta entro certi limiti da complessi meccanismi regolatori. Il cuore e i vasi sanguigni portano il sangue in tessuti diversi, a pressioni diverse, per rendere possibili funzioni diverse (digestione, pensiero, attività sportiva e così via). A regolare la pressione provvedono alcuni sensori chimici, posti soprattutto nell'aorta e nella carotide - il grande vaso che avvia il sangue al cervello. Questi recettori, sensibili a ogni più piccolo mutamento, si attivano quando le arterie si distendono perché il cuore batte più rapidamente aumentando di conseguenza il flusso sanguigno. Per evitare che la tensione delle arterie superi i livelli accettabili, i sensori mandano un messaggio di allarme al cervello, il quale ordina alla frequenza cardiaca di rallentare.



Aumento del flusso sanguigno e della pressione

Un ruolo fondamentale nel controllo della pressione viene esercitato dai reni, trattando nel sangue l'acqua e i sali minerali o eliminandoli attraverso le urine. La perdita o l'aumento di acqua e sali aumenta o diminuisce il volume del sangue nei vasi, il quale a sua volta determina i valori della pressione. Ecco perché la quantità di sale che si assorbe con l'alimentazione è in rapporto diretto con l'ipertensione.



Riduzione del flusso sanguigno e della pressione

Foto: G. Anzani - A3, La Vanguardia

COME FUNZIONA

Matita sempre ben temperata

Un meccanismo semplice ed efficace

NON richiede di essere temperata, dura assai più delle tradizionali matite di legno e in più la linea che traccia ha una larghezza costante, ciò che la fa preferire da architetti e disegnatori professionisti. Queste le caratteristiche della matita «meccanica». È un oggetto dal funzionamento facile e sicuro. In un contenitore è inserito un certo numero di «mine», composte di grafite mescolata a una sostanza plastica; il contenitore termina con una pinza mantenuta chiusa dal cerchio terminale di una molla. Premendo il pulsante posto all'estremità della matita la molla fa aprire la pinza mentre una delle mine viene spinta in avanti; allentando la pressione sul pulsante la pinza si richiude stringendo la mina e impedendone il rientro. Tra i vantaggi di una simile matita vi è la possibilità di usare mine di vario diametro e di diversa durezza che possono essere inter-

LA MATITA AUTOMATICA CONTIENE PIU' MINE, RACCHIUSE IN UN CONTENITORE TERMINANTE CON UNA CHIUSURA A PINZA



1

PREMENDO IL PULSANTE IN CIMA ALLA MATITA QUESTO SPINGE IN AVANTI IL CONTENITORE



2

INTERROMPENDO LA PRESSIONE SUL PULSANTE LA CHIUSURA A PINZA TORNA INDIETRO IN MODO CHE L'ANELLO LA STRINGE NUOVAMENTE E NE PROVOCA LA CHIUSURA

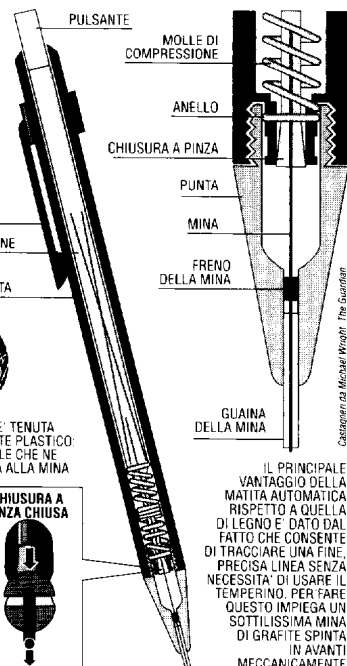
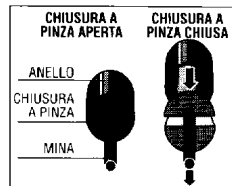


3

FERMAGLIO
CONTENITORE DI MINE
CORPO DELLA MATITA



LA GRAFITE DELLA MINA È TENUTA INSIEME CON UN COLLANTE PLASTICO; LA STRUTTURA ESAGONALE CHE NE RISULTA DA ROBUSTEZZA ALLA MINA



IL PRINCIPALE VANTAGGIO DELLA MATITA AUTOMATICA RISPETTO A QUELLA DI LEGNO È DATO DAL FATTO CHE CONSENTE DI TRACCIARE UNA LINEA PRECISA SENZA NECESSITÀ DI USARE IL TEMPERINO. PER FARE QUESTO IMPIEGA UN SOTTILISSIMA MINA DI GRAFITE SPINTA IN AVANTI MECCANICAMENTE

L'ASCENSORE

Che bella idea Mr. Otis!

*Lo inventò in America 140 anni fa
Come funziona il freno di sicurezza*

FU nel 1852 che un ingegnere americano, Elisha Otis, realizzò il primo ascensore per andare incontro alla tendenza che cominciava allora a delinearsi nelle grandi città degli Usa di costruire case sempre più alte. Consisteva in una piattaforma posta tra due binari di guida e aveva un sistema di freni molto semplice: se si spezzava la fune la piattaforma si bloccava tra i due binari.

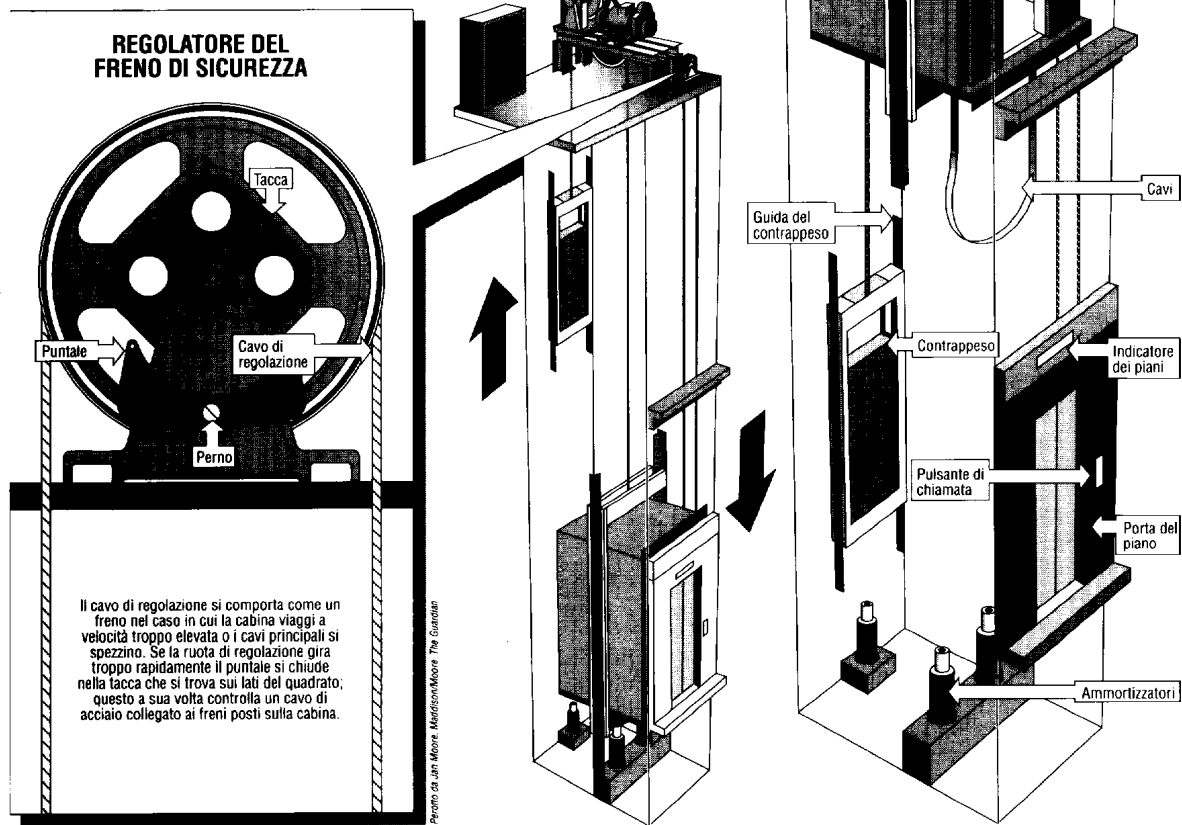
I moderni ascensori funzionano all'incirca come il modello di Otis. Da 4 a 8 funi di acciaio sono attaccate al tetto della cabina e scende lungo due binari; i cavi passano nelle scanalature di una carrucola azionata da un motore e al capo opposto sono collegati a un contrappeso che a sua volta scorre entro proprie guide scendendo quando sale la cabina e salendo quando questa scende. Il contrappeso contribuisce allo sforzo del motore nella fase del sollevamento bilanciando il peso della cabina e di una parte degli occupanti. Il motore fa funzionare la carrucola a una velocità che varia da 50 a 200 giri al minuto, determinando quindi la velocità della cabina; ma si può arrivare an-

che a 600 giri, come nell'ascensore del grattacielo John Hancock di Chicago.

Nei moderni ascensori la sicurezza è data da un congegno chiamato regolatore della velocità; esso avverte ogni improvvisa accelerazione nella discesa della cabina e fa scattare i freni posti su ambedue i lati della cabina stessa. Questi stringono i binari e fermano l'ascensore.

In cima al vano dell'ascensore è posto il sistema che contiene i circuiti elettronici con cui viene controllato il funzionamento; registra le chiamate fatte dai diversi piani e le destinazioni richieste, mette in moto e ferma il motore, apre e chiude le porte e arresta l'ascensore quando non è in servizio.

Questo descritto è il modello più comune di ascensore, quello in cui la cabina è sollevata dalla parte superiore; esiste anche un modello, meno diffuso, che viene spinto dalla parte inferiore. La preferenza per l'uno o per l'altro sistema di trazione dipende da vari elementi tra cui il numero di piani dell'edificio, la quantità di persone che si presume debba usare l'ascensore a ciascun piano e dal carico massimo presunto.



Tema 13. Tecnologie e vita

Il ruolo delle scienze applicate e delle tecnologie nella produzione e nell'esaurimento di risorse e servizi, nella loro circolazione, nel controllo e verifica degli effetti sull'ambiente, nel rapporto con i rischi naturali, nella produzione di nuovi rischi è sempre più importante nella società contemporanea. Proiettarsi sul futuro permette di passare dalla comprensione alla previsione informata e alla progettualità prendendo in considerazione aspetti economici e processi decisionali. Particolare attenzione meritano, al giorno d'oggi, le biotecnologie, intorno alle quali è necessario sviluppare una particolare sensibilità non soltanto scientifica, ma anche etica e sociale.

SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE

MARCHESINI R., *Oltre il muro: la vera storia di mucca pazza*, Editore Muzzio.

Si è molto parlato, a proposito e a sproposito, delle "vacche pazze" e del pericolo che la loro carne può rappresentare per l'uomo. Questo libro fa il punto sull'intera vicenda e su molti aspetti affini, come ad esempio l'uso di ormoni in zootecnia. La prefazione è di Giorgio Celli.

NESPOR, SANTOSUOSSO, SATOLLI, *Vita, morte e miracoli*, editore Feltrinelli.

Sottotitolo: "Medicina, genetica, diritto; conflitti e prospettive".

Un avvocato, un giudice ed un medico giornalista hanno messo assieme le loro esperienze. Ci sono tutti i problemi che la ricerca ha aperto in questi anni: i bimbi in provetta, la donazione di organi, il rifiuto delle cure, la definizione di morte.

THOMPSON L., *Correggere Il Codice*, Editore Garzanti

Si conoscono circa 5000 malattie di origine genetica., moltissime delle quali non hanno, fino ad oggi, speranza di cura. Ma siamo ad una svolta decisiva; il patrimonio ereditario dell'uomo è stato quasi completamente decifrato e le prime terapie geniche sono state avviate con successo. Questo libro rende comprensibile al grande pubblico la svolta in atto. La prefazione è di Renato Dulbecco.

SUPPORTI AUDIOVISIVI

VIDEOCASSETTE

Intelligenza Artificiale, LE SCIENZE – Mondadori VIDEO

imitando la vita

Il sogno di ricreare artificialmente l'intelligenza e la vita è un tema ricorrente lungo tutta la storia dell'umanità. Oggi, grazie a computer sempre più potenti, e la costruzione di sofisticatissimi programmi, simulazioni e robot, il sogno sta diventando realtà e sta prendendo forme sempre più simili a quelle presenti in natura.

Tema 14. Ambiente e tecnologia

La consapevolezza dei limiti dello sviluppo e dell'impatto anche negativo dei sistemi di produzione sull'ambiente è cresciuta negli ultimi decenni. L'uso appropriato di scienza e tecnologia offre strumenti indispensabili per l'analisi e il controllo dell'impatto ambientale.

SCUOLA DI BASE

SCIENZE

REBECCHI M. G. (1990), *Conoscere l'Ambiente*, edito da JES Juvenilia Bergamo
Il libro contiene una serie di esperienze indirizzate alla conoscenza dell'ambiente e delle modificazioni in esso prodotte dall'uomo, al fine della conservazione delle risorse naturali.

SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE

ENERGIA E AMBIENTE

AA. VV., *Oceani, il nostro futuro*, Editoriale Giorgio Mondadori
Il mare come risorsa dell'umanità e nuova frontiera per lo sviluppo, ma anche come ecosistema fragile e già gravemente compromesso. E' il rapporto della commissione mondiale indipendente per gli oceani, curato da Mario Soares; una proposta per un governo delle acque planetarie, nell'interesse dell'umanità.

ATTENBOROUGH D., *Le sfide della vita*, editore De Agostini
Il libro è dedicato alle mille tecniche messe in atto dalle forme viventi per garantirsi la sopravvivenza. Il libro è legato a 12 documentari che sono stati anche trasmessi dalla RAI nella serie "Quark speciale"

PALLANTE M., *Le tecnologie di armonia*, editore Bollati Boringhieri.
Razionalizzare la produzione di beni di consumo, l'organizzazione del lavoro, la produzione di energia, le tecnologie: sono gli obiettivi che propone l'autore in un libro con la prefazione di Tullio Regge. Al posto delle "tecnologie di potenza" l'autore suggerisce le "tecnologie di armonia", cioè quelle che danno i risultati di più alta efficienza, con il minor impatto sul rapporto fra uomo e natura.

VACLAV SMIL (1996), *Energetica Generale*, EDAGRICOLE
Testo fondamentale sull'argomento, unico in lingua italiana.
Libro di non facile lettura, ma preziosissimo per la consultazione in quanto prende in esame, con qualche vistosa lacuna sul nucleare, ogni forma di energia in tutte le sue implicazioni, scientifiche, tecniche, storiche, sociali.
Partendo dall'assunto che quasi ogni forma di energia che utilizziamo ci deriva dal sole, viene fatta un'analisi dei cicli primari di fissazione dell'energia solare nella biosfera, da parte delle piante, nei vari ecosistemi.
Vengono poi esaminati i meccanismi ed i rendimenti con cui gli animali, compreso l'uomo, utilizzano l'energia immagazzinata dalle piante; l'uomo come raccoglitore e cacciatore, la rivoluzione del neolitico con le prime forme di agricoltura fino all'agricoltura della prima rivoluzione industriale.

Si passa poi a quella che chiama l'era dei combustibili fossili: l'energia solare che è stata accumulata nel corso di cento milioni di anni nei giacimenti di carbone e di petrolio, viene scoperta e consumata nel giro di qualche centinaio di anni.

Con l'invenzione e la diffusione dei propulsori e dei convertitori di energia meccanici ed elettrici, da erogatore di energia biologica il lavoratore diventa un controllore di flussi energetici.

Conclude, naturalmente, con un'analisi delle prospettive energetiche per il futuro.

Il tutto è corredato da una massa imponente di dati dai quali l'autore parte per tracciare tutta una serie di considerazioni e di previsioni, ma che sono a disposizione del lettore per una analisi alternativa, consentendo quindi una lettura aperta del testo.

Di particolare interesse sono:

- una serie di correlazioni fra i livelli possibili di civilizzazione (longevità, istruzione ecc.) ed il costo in termini di energia.
- Il confronto fra le varie fonti di energia in termini di densità di potenza (quanti metri quadri di territorio occorrono per produrre un watt)
- La ricchezza delle informazioni di carattere storico praticamente su ogni aspetto energetico.

PIACENTE S. (1996), *Man as geomorphological Agent. Environmental Education*, "Environmental Geomorphology" by M. Panizza, 197-214 e 219-223, Elsevier, Amsterdam.

In questi capitoli vengono illustrate, anche dal punto di vista storico, le conseguenze dell'intervento dell'uomo sull'ambiente fisico. Viene inoltre analizzata l'importanza che ha nella salvaguardia dell'ambiente una corretta e diffusa opera di educazione ambientale

PIACENTE S. (1998) - *L'ambiente? E' anche questione di anima*, Naturalmente, Boll. Inf. ins. Sc; nat. Anno 11, n.1, 31-34, Pisa.

La complessità del rapporto tra l'uomo del 2000 e l'ambiente sono lo spunto per suggerire un ritorno a una maggiore spiritualità e sacralità nei riguardi della natura.

MARCHI TRAVISI C. (1994), *Educazione ambientale e area di progetto*, IRRSAE Emilia Romagna, MPI Direzione generale dell'Istruzione tecnica con la collaborazione di Lega Ambiente

E' una collezione di schede di lavoro che, se pur datate, possono offrire utili spunti per nuove attività laboratoriali.

SUPPORTI AUDIOVISIVI

VIDEOCASSETTE

L'apocalisse degli animali, a cura di Videorai e di OASIS Video.

Ciclo di 6 documentari di 50 minuti l'uno. Presentazione di Fulco Pratesi.

Tema 15. I grandi fenomeni naturali

Alcuni importanti eventi naturali (terremoti, eruzioni vulcaniche, inondazioni etc.) hanno una grande importanza nella vita degli uomini. L'interpretazione del rapporto uomo-fenomeni naturali può adottare diversi punti di vista o paradigmi teorici: deterministico, possibilistico, strutturale, funzionale. La dimensione tecnologica ha un ruolo centrale nella previsione e prevenzione. Poiché la lunghezza del tempo geologico e la ciclicità di molti fenomeni non sono percepibili nell'arco dell'esistenza umana, è opportuno ricorrere a modelli teorici e pratici con l'aiuto di tecnologie semplici o sofisticate.

SCUOLA DI BASE

SCIENZA DELLA TERRA

PIACENTE S., (a cura di) (1981), *Conoscere il terremoto. Educazione sismica*, Amministrazione Provinciale di Modena, Grafiche STIG, 1-87 e 1-10, Modena.

Il libretto, primo esempio in Italia nel suo genere, fornisce, con un linguaggio accessibile a tutti e scientificamente rigoroso, gli elementi di base per una corretta conoscenza del fenomeno terremoto. Vengono illustrate le caratteristiche della sismicità e degli eventi sismici nel nostro Paese, vengono suggeriti i comportamenti corretti da tenere in caso di terremoto.

PIACENTE S. (1989), *La Geologia: una pietra sulla quale costruire l'educazione ambientale*, Conoscere l'ambiente, Ass. Amb. Prov. Modena. Juvenilia Editrice, Brescia.

L'articolo illustra il ruolo formativo, anche a livello elementare, di temi a carattere geologico.

SCIENZE

PERCORSO N. 107 (1999), *Carsismo*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, , pag. 45.

L'itinerario prevede l'osservazione di rocce carsificabili (con particolare riferimento a quelle del nostro territorio) e la descrizione dell'azione dell'acqua su di esse anche tramite semplici prove di solubilità e permeabilità. Il percorso prevede la visione di video per osservare sia la modificazione del paesaggio indotta dal carsismo (doline, grotte, etc.), sia alcuni dei tipici aggregati minerali che ne derivano (concrezioni, stalattiti, stalagmiti, alabastro) presenti nelle vetrine del Museo.

PERCORSO N. 113 (1999), *Vulcani e vulcanesimo*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag. 46.

L'osservazione di rocce vulcaniche (lave, bombe, lapilli, ceneri, pomici), la classificazione sulla base della loro genesi e l'esame delle loro caratteristiche offrono un avvicinamento ai principali fenomeni del vulcanesimo e alla trasformazione della Terra. Il percorso prevede l'utilizzo di materiale audiovisivo per meglio illustrare l'argomento e l'impatto che ne deriva per l'uomo e l'ambiente.

PERCORSO N. 115 (1999), *I perché della Terra*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag. 46.

La Terra nei suoi ingredienti, minerali e rocce, è in continua trasformazione: alcuni cambiamenti sono impercettibili, altri spettacolari, alcuni sono lenti altri rapidi. Ma perché si verificano questi mutamenti? Per comprendere i meccanismi e i processi si adoperano sem-

plici strumenti di fisica e chimica. La partecipazione attiva e lucida dei ragazzi a questo laboratorio di mineralogia sperimentale li farà accostare in modo più consapevole al mondo delle scienze della Terra.

PERCORSO N. 71 (1999), "*Storia della terra e della vita sulla terra*" del Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag 39.

L'itinerario prevede la proiezione di lucidi, disegni animati e filastrocche che "raccontano" la genesi e l'evoluzione della Terra (dalla primordiale nube di gas e polveri alla formazione di una

Massa incandescente; dal consolidamento della crosta terrestre alla composizione interna della Terra; dal filtrare dei raggi del Sole nell'atmosfera alla nascita della prima cellula vivente).

PERCORSO N. 73 (1999), *La storia geologica e geografica del territorio bolognese attraverso i fossili*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag 39.

L'itinerario prevede la proiezione di lucidi, disegni e carte geologiche, rappresentativi della situazione esistente nel territorio bolognese e la sua evoluzione in diverse ere geologiche, comprese tra il Cretaceo superiore e l'Olocene. Successivamente nel Museo è possibile approfondire, attraverso l'osservazione di fossili, la conoscenza degli aspetti geologici e morfologici delle zone del bolognese.

SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE

SCIENZA DELLA TERRA

BEZZI A., BONAZZI A., EMILIANI F., FACCHINELLI A., FERRERO MORTARA E., GALLO F., MASSA B., PEDEMONTE G.M., PIACENTE S., ZERBI M. (1988), *Il ruolo delle Scienze della Terra nei curricula del Biennio della Scuola Secondaria Superiore*, a cura di S. PIACENTE C.N.R.- Progetto Strategico Tecnologie ed Innovazioni Didattiche. Unità Operativa "Scienze della Terra". 1-169, Modena.

Il volume illustra, motivandola, una proposta curriculare per l'insegnamento delle Scienze della Terra nella Scuola secondaria superiore, incentrata sui nodi concettuali ritenuti più fondanti e formativi: le risorse e i rischi geologici .

CARTON A., PIACENTE S., SPAGNA V. (1986), *I terremoti: una scienza, una cultura*, Quad. Nat. Mus. Civ. St. Nat. di Verona, 13, 1-206, Verona

Il fenomeno terremoto viene affrontato, in questo volume, sotto diversi aspetti: fisico, geografico e storico. La sua conoscenza diventa occasione di conoscenza scientifica e di educazione ambientale.

SUPPORTI AUDIOVISIVI

VIDEOCASSETTE

AA. VV., *Dinosauri - Alla scoperta dei giganti della preistoria*, editore De Agostini. 52 fascicoli e 8 videocassette dedicate ai bambini da 6 a 10 anni.

Scienza Della Terra, 8 videocassette dedicate a questo tema, LE SCIENZE - Mondadori VIDEO.

- *Eolie terra di Vulcani* origine ed evoluzione

La storia geologica recente e molto intensa di queste sette isole, dalla straordinaria bellezza paesaggistica, vista come un'efficace introduzione ai fenomeni del vulcanismo che hanno segnato l'evoluzione dell'area mediterranea.

- *Viaggio nelle Gemme* - le inclusioni

L'unicità delle pietre preziose è in realtà il risultato di eccezionali e irripetibili eventi che, verificatisi nelle profondità della Terra nell'arco di milioni di anni, sono ancora rintracciabili sotto forma di inclusioni dinamiche.

- *Le Dolomiti* - evoluzione geologica

Montagne uniche e suggestive create da una movimentata storia geologica durata oltre 270 milioni di anni con ripetuti episodi di vulcanismo, sommersione ed emersione, erosione e attività orogenetica.

- *I Dinosauri*

Ancora al centro dell'interesse degli studiosi, l'enigmatica estinzione, avvenuta 65 milioni di anni fa, di questi grandi rettili, un evento che ha dato e dà adito a ipotesi e teorie anche molto azzardate.

- *Le Catastrofi Idrogeologiche*

Come l'intervento sconsiderato dell'uomo e una cattiva gestione del territorio amplificano con conseguenze disastrose l'azione che l'acqua esercita di continuo sulla morfologia del nostro pianeta.

- *I Terremoti*

La spiegazione dei movimenti sismici, da sempre un'incombente minaccia e un affascinante mistero, come premessa indispensabile per arrivare a modelli di probabilità e previsione in modo da ridurre gli effetti catastrofici.

- *Continenti alla deriva*

Il continuo movimento delle zolle litosferiche, responsabile tra l'altro della formazione delle grandi catene montuose e dell'apertura dei vasti bacini oceanici, caratterizza tuttora anche l'area mediterranea e in particolare la nostra penisola.

- *I Vulcani*

Modelli teorici e spettacolari immagini di eruzioni e colate laviche per spiegare come la risalita del magma ai margini delle zolle tettoniche porti alla formazione degli edifici vulcanici e alla loro attività.

Il parere di Aurelia orlandoni (I.R.R.S.A.E. Emilia Romagna)

L'utilizzo di sistemi di acquisizione dati collegati ad un computer o a calcolatrici grafiche può essere di grande nello studio dei fenomeni naturali a molti livelli scolari.

Altre fonti di documentazione

Queste ultime pagine sono riservate a fonti di natura e provenienza diversa, raccolte all'ultimo minuto, che potranno essere più adeguatamente sistemate in un prossimo futuro.

Libri

Ecco alcuni libri che possono essere interessanti, ma che sono difficilmente inquadrabili in uno solo dei temi proposti dalla CM 270.

"Come vincere la paura della matematica" di Tobias Sheila, editore Longanesi.
La matematica può diventare amichevole se ci si accosta ad essa non tanto con il ragionamento astratto, quanto con un po' di fantasia, voglia di giocare, visualizzazioni grafiche.

"Paura della fisica" di Krauss Lawrence, editore Raffaello Cortina.
L'autore fornisce al lettore, con esempi concreti, le idee chiave per muoversi con disinvoltura in una scienza altamente creativa che "come l'arte e la musica ha contribuito a forgiare la nostra esperienza culturale".

"Prima" di Autori vari, Utet.
Enciclopedia per un pubblico giovanile. Il saper è ordinato avendo come punto di riferimento l'uomo in quanto soggetto che fa cultura, e dunque ciò che viene presentato è un insieme di conoscenze messe insieme organicamente. Una serie di rimandi interni, pur rafforzando l'organicità complessiva, consente però percorsi alternativi e ricerche trasversali su singole voci e singoli settori del sapere, uscendo dai confini di una data disciplina. Il primo volume è dedicato all'ambiente naturale inanimato: l'universo, la Terra, i fenomeni fisici e chimici. Il secondo volume tratta l'ambiente naturale vivente. Il terzo e quarto volumi trattano "l'ambiente costruito", cioè modificato dall'uomo: energia, trasporti, popolazione, tecnologia, industria. Il quinto ed il sesto volume si occupano dell'ambiente sociale; settimo ed ottavo dei temi del linguaggio, della comunicazione e della cultura.

La Matematica (dalla scuola materna all'università), edizione italiana a cura di Lucia Grignetti e Vinicio Villani, Pitagora Editrice, Bologna.

E' la traduzione dal francese di un progetto nato nel Belgio francofono; sono trattati temi oggi grandemente discussi anche da noi: conoscenze o competenze? Cosa significa insegnare matematica oggi ?

"L'anello di Re Salomone" di Konrad Lorenz, Biblioteca Adelphi.
Il libro può ritenersi un classico della cultura scientifica, che qualunque ragazzo di scuola secondaria dovrebbe conoscere.

"Enciclopedia della Scienza", editrice de Agostini.
La serie Compact include 12000 voci, 1300 disegni, 600 schemi e tavole. Nonostante la concisione, la trattazione è molto completa. Rimandi interni consentono diversi percorsi di lettura, oltre che di consultazione.

"Non sparate sulla Scienza" di Robin Dunbar, edizione Longanesi
Con questo volume l'editore Longanesi ha dato il via (nel 1996) a una collana che si propone di promuovere in Italia una vera e propria campagna di alfabetizzazione scientifica. Fra i molti temi, qui si affronta anche quello della divulgazione e della sua importanza perché l'intera società si senta corresponsabile delle ricerche finanziate con il denaro pubblico.

"Dio e l'impresa scientifica" di Claude Allègre, editore Raffaello Cortina.
Il libro, che ripropone il millenario conflitto fra religione e scienza, appartiene alla collana "Scienza e idee" diretta da Giulio Giorello.

SUPPORTI AUDIOVISIVI

Va ricordato che LE SCIENZE (edizione italiana di SCIENTIFIC AMERICAN) unitamente a Mondadori VIDEO, possiede un ampio catalogo di videocassette riguardanti le Scienze della Terra, la Fisica, la Matematica, l'Informatica, la Biologia e la Medicina.

Tutte le videocassette si possono ordinare utilizzando anche la cedola spesso inserita nella rivista.

SITI INTERNET

siti italiani

<http://www.museoscienza.org/>

Museo Nazionale della Scienza e della Tecnica Leonardo da Vinci, Milano. E' ricco di informazioni, è possibile effettuare una visita virtuale. Ha una sezione di link a siti e musei catalogati per argomento e brevemente descritti.

A titolo di esempio descriviamo il sito della Fondazione di Fun Science Gallery (<http://www.funsci.com>).

Fun Science Gallery si rivolge innanzi tutto al mondo degli scienziati dilettanti, quello dei ragazzi pieni di curiosità, affascinati dalla natura, ma anche quello degli adulti che per qualsiasi ragione non hanno potuto lavorare nel campo della ricerca scientifica. Questi scienziati dilettanti potranno trovare i metodi per creare da soli strumenti perfettamente funzionanti e per effettuare vere e proprie attività di ricerca alle quali dedicarsi anche per il resto della propria vita.

Fun Science Gallery si rivolge anche al mondo della scuola e si sforza di produrre articoli direttamente utilizzabili per ricavarne lezioni di carattere sperimentale, quali costruire uno strumento o compiere un esperimento scientifico.

<http://www.imss.fi.it/indice.html>

Istituto e Museo di Storia della Scienza, Firenze ITALIA

L'Istituto e Museo di Storia della Scienza è stato fondato nel 1927 per iniziativa dell'Università di Firenze. L'Istituto svolge una importante attività di ricerca e possiede una ricca biblioteca. La collezione del Museo comprende circa 5000 pezzi originali, divisi in due nuclei fondamentali: apparecchi e strumenti scientifici medicei e raccolte lorenesi di strumenti e apparati didattici e sperimentali.

E' possibile effettuare visite virtuali e fare ricerche sul catalogo.

<http://www.camperperlascienza.ibc.rm.cnr.it/>

La scienza non è solo la comprensione delle leggi della natura e delle scoperte che nel corso dei secoli hanno radicalmente cambiato la vita dell'uomo. La scienza è soprattutto fare proprio il metodo scientifico che ne è alla base. È da questa profonda convinzione che nasce UN CAMPER PER LA SCIENZA, un'iniziativa della Fondazione Adriano Buzzati-Traverso in collaborazione con il MURST. Quest'anno l'iniziativa si è arricchita della pagina web che state visitando, dalla quale potete accedere alle indicazioni per compiere facili esperimenti e a un elenco ragionato di pagine web particolarmente interessanti dal punto di vista scientifico. L'obiettivo è offrire ai visitatori l'opportunità di applicare il metodo scientifico e compiere ricerche autonome. La speranza è che questapagina si accresca con la collaborazione degli insegnanti di scienza e che diventi un punto di incontro tra mondo della ricerca, dell'insegnamento e della divulgazione scientifica. Ogni contributo, sia un esperimento che un sito internet, può venire inviato al nostro indirizzo mail e sarà inserito con il nome dell'insegnante che lo ha proposto e quello della sua scuola.

www.lescienze.it

Contiene informazioni dettagliate sulle pubblicazioni cartacee e multimediali (video e cd-rom) e la possibilità di acquistarli direttamente; recensioni e informazioni su libri di carattere scientifico. E' in preparazione una pagina dedicata alla scuola.

<http://arci01.bo.cnr.it/fardiconto/>

E' un servizio in rete per l'area matematica a cura dell'IRRSAE Emilia Romagna. Ospita un ambiente di discussione e di presentazione di problemi connessi all'utilizzo di *Cabri-géomètre*. Inoltre è presente un "mirror" al sito per la didattica della matematica curato dal prof. Giulio Cesare Barozzi. I "link" a siti italiani e stranieri sono divisi secondo lo specifico disciplinare (geometria, analisi matematica, ecc.)

<http://www.ti.com/calc/italia/>

Sito della Texas Instruments, dove si trova CARTESIO, una sezione per gli insegnanti. Contiene unità didattiche per l'insegnamento della matematica negli ultimi due anni del Liceo Scientifico e delle Scuole Medie Superiori ad indirizzo tecnico-scientifico. Dalle unità didattiche sono derivati i problemi risolti con le calcolatrici.

<http://www.sns.it/html/OltrelCompasso/Mostra-Matematica/home.html>

OLTRE IL COMPASSO La geometria delle curve Mostra interattiva di matematica Studiare, tracciare, classificare, misurare linee curve è stata una delle principali occupazioni dei matematici, a cominciare dalla retta e dal cerchio, con i quali ebbe origine la geometria, fino alle complesse e un po' inquietanti forme dei moderni frattali.

<http://www.filippin.it/morin/biblioteca>

E' il sito del centro Morin di Paderno del Grappa, curato da Candido Sitia. Contiene il catalogo delle pubblicazioni e quello della ricca biblioteca, che è possibile consultare in rete.

<http://museo.unimo.it/theatrum/>

Il sito consente di vedere alcune delle macchine matematiche ricostruite nel museo dell'Università di Modena.

<http://museo.unimo.it/labmat/>

Il sito consente di operare su una simulazione delle macchine matematiche realizzata con *Cabri-géomètre*.

siti stranieri

<http://www.cite-sciences.fr/francais/indexFLASH.htm>

Sito in lingua francese o inglese.

È il sito di "Cité des sciences & de l'industrie" (Villettes – Parigi). È possibile effettuare visite virtuali, fare attività interattive per comprendere fenomeni scientifici, realizzare esperienze e attività didattiche a tutti i livelli negli ambiti matematico, scientifico e tecnologico, partecipare a liste di discussione, ... Il sito viene continuamente aggiornato con nuove proposte e si presenta con un alto grado di interattività.

http://energy.er.usgs.gov/products/cc/cc_doc.htm

Sito in lingua inglese.

Dal sito è possibile scaricare un software didattico interattivo che, sviluppato originariamente per bambini della scuola elementare, può invece essere interessante per ogni età. Illustra in modo gradevole, con bei disegni ed animazioni quanto mai efficaci:

- il processo geologico mediante il quale si è formato il carbone,
- le varie tecniche estrattive
- i principali modi di utilizzo

MUSEI E ALTRE ISTITUZIONI

MUSEO UNIVERSITARIO DI STORIA NATURALE E DELLA STRUMENTAZIONE SCIENTIFICA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA - via Berengario, 4 -16 Modena

LABORATORIO DI MATEMATICA

Le Macchine Matematiche conservate nel Museo Universitario di Storia Naturale e della Strumentazione Scientifica comprendono strumenti per tracciare curve e risolvere problemi, meccanismi per realizzare trasformazioni, modelli per illustrare teoremi o configurazioni geometriche, eccetera.

Esse costituiscono una collezione (oltre 160 macchine) in corso di ampliamento. Sono state costruite tenendo conto (in modo molto libero) di descrizioni contenute nella letteratura scientifico-tecnica (durante un arco temporale che va dalla Grecia classica fino ai primi del '900) e dopo una serie di esperienze rivolte ad esplorare la possibilità di un loro impiego didattico.

Le macchine sono state esposte al pubblico in diverse occasioni, sia a Modena che in altre città italiane e straniere e sono utilizzate per attività didattiche e di aggiornamento.

Il catalogo della collezione (aggiornato al dicembre 1998) è disponibile in rete:

<http://www.museo.unimo.it/theatrum/>

o su cdrom. Il cdrom si può richiedere al "Laboratorio di Matematica" - Via Berengario 16-41100 Modena oppure a prof. Mariolina Bartolini Bussi, Indirizzo/i di posta elettronica: bartolini@unimo.it

Le informazioni sui musei di Bologna sono tratte dal volume *Da museo a museo: Luoghi e idee per la didattica*, stampato a cura del Comune di Bologna.

MUSEO DI ANATOMIA COMPARATA

Il Museo di Anatomia Comparata raccoglie Collezioni sistematiche, preparati e scheletri, di animali vertebrati, tende ad illustrare il percorso che ha portato allo sviluppo e alla definizione delle forme e varietà di viventi attuali.

ATTIVITA' DIDATTICA

L'Aula didattica propone alle scuole di ogni ordine e grado diverse opportunità:

-percorsi didattici, articolati in uno o più incontri, con particolare riferimento al confronto di apparati e organi di classi diverse, evidenziando le differenze che si sono caratterizzate nel corso dell'evoluzione

-visite guidate generali.

I percorsi prevedono la possibilità di manipolare e osservare direttamente alcuni reperti, è presente anche un percorso per i non vedenti.

Indirizzo: Via Selmi n. 3

Telefono: 051/2094243

Fax: 051/251208

e-mail: museoac@kaiser.alma.unibo.it

Sito Internet: <http://www.unibo.it/musei-universitari>

MUSEO DI ANTROPOLOGIA

Il Museo di Antropologia, inaugurato nel 1991, espone reperti e Collezioni che documentano l'evoluzione biologica e culturale dell'uomo; alcuni diorami di ambienti caratteristici evidenziano le attuali metodologie di studio e ricerca relative al rapporto uomo-ambiente e le forme di adattamento che caratterizzano il genere umano.

ATTIVITA' DIDATTICA

L'Aula didattica propone alle scuole di ogni ordine e grado:

- percorsi tematici che prevedono attività laboratoriale e l'uso di strumenti
- visite guidate a settori specifici del Museo
- programma multimediale.

Indirizzo: Via Selmi n. 3

Telefono: 051/2094196 - 2094191

Fax: 051/2094191

e-mail: antropom@kaiser.alma.unibo.it

Sito Internet: <http://www.unibo.it/musei-universitari>

MUSEO DIDATTICO SCIENTIFICO "LUIGI BOMBICCI"

Il Museo, ideato nel 1884, è costituito da numerose collezioni di animali, vegetali e minerali.

I materiali, raccolti con intento didattico, oggi sono esposti all'interno della scuola elementare "Manzolini" e offrono la possibilità di conoscere l'evoluzione della storia delle scienze.

ATTIVITA' DIDATTICA

L'Aula didattica propone vari percorsi, anche in più incontri, indirizzati principalmente agli alunni della scuola elementare.

L'attività si basa sull'osservazione diretta dei vari esemplari e si avvale di esperimenti e di strumenti scientifici.

Indirizzo: Via S. Isaia n. 16 (c/o sc. Manzolini)

Telefono: 051/333250

MUSEO DELLA CIVILTÀ CONTADINA

Il Museo della Civiltà Contadina di S. Marino di Bentivoglio (Bo) raccoglie ed espone manufatti, strumenti, macchinari e documenti legati alla cultura contadina del territorio bolognese dall'Ottocento in poi.

ATTIVITA' DIDATTICA

L'Aula didattica offre due diverse opportunità alle scuole di ogni ordine e grado:

- itinerari didattici con un approccio diretto e manipolativo di alcuni reperti
- visite guidate tematiche.

Indirizzo: Via Sammarina n. 35 - San Marino di Bentivoglio (BO)

Telefono: 051/891050

Fax: 051/898377

e-mail: mcc@eur.it

Sito Internet: <http://www.eur.it/museo/indice.html>

MUSEO DI FISICA

Il Museo di Fisica, le cui origini risalgono agli inizi del Settecento, raccoglie collezioni di strumenti fisici e antichi apparati, materiali didattici e di laboratorio, che documentano l'intento di diffusione dei metodi sperimentali e l'incremento della ricerca scientifica.

ATTIVITA' DIDATTICA

L'Aula didattica propone alle scuole di ogni ordine e grado:

- esperienze scientifiche in laboratorio per far comprendere fenomeni e leggi fisiche riscontrabili anche negli eventi della vita quotidiana
- visite guidate finalizzate a cogliere l'aspetto storico del Museo, attraverso la conoscenza delle esperienze di alcuni grandi scienziati.

Indirizzo: Via Irnerio n. 46

Telefono: 051/2091099 - 2091101

Fax: 051/247244

e-mail: museo@df.unibo.it

Sito Internet: <http://www.df.unibo.it/museo/welcom.htm>

MUSEO DI GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA

Il Museo di Geologia e Paleontologia espone una ricca Collezione di reperti, comprendente fossili di vertebrati e invertebrati, piante fossili e campioni di rocce; alcuni esemplari esposti sono di grande effetto spettacolare.

ATTIVITA' DIDATTICA

L'Aula didattica propone alle scuole di ogni ordine e grado diverse opportunità:

- itinerari didattici tematici, con un approccio laboratoriale attraverso la manipolazione e l'osservazione di reperti
- percorso autogestito, nel corso del quale le classi, con il supporto di specifico materiale, possono visitare autonomamente il Museo
- visita guidata generale.

Indirizzo: Via Zamboni n. 63

Telefono: 051/2094555 - 2094593

Fax: 051/2094522

e-mail: sarti@geomin.unibo.it

Sito Internet: <http://www.geomin.unibo.it/>

MUSEO DI MINERALOGIA "L.BOMBICCI"

Il Museo di Mineralogia, costituito tra il 1860 e il 1900 dal Prof. L. Bombicci, espone una numerosa serie di rocce e minerali suddivisi in Collezioni sistematiche e regionali.

Esposizioni tematiche come Meteoriti, Ambre, Pietre dure, preziose e ornamentali, Minerali fluorescenti, Strumenti ottici completano la panoramica dei materiali esposti.

ATTIVITA' DIDATTICA

L'Aula Didattica offre alle scuole di ogni ordine e grado diverse opportunità:

- percorsi organizzati secondo un ordine graduale di difficoltà, che prevedono attività laboratoriale e sperimentale su particolari tematiche e specifici settori del Museo, volti a favorire un'ampia conoscenza di materiali, minerali e rocce, con cui l'uomo è in continuo contatto.
- attività laboratoriale sulla coltivazione dei cristalli presso le scuole.

Indirizzo: P.zza di Porta S.Donato n. 1

Telefono: 051/2094958 - 2094926

Fax: 051/2094936

e-mail: felice@geomin.unibo.it

Sito Internet: <http://www.geomin.unibo.it/infomusei/htm>

ORTO BOTANICO

L'Orto Botanico di Bologna è esteso su una superficie di circa due ettari. Al suo interno sono coltivati circa cinquemila esemplari di piante locali ed esotiche; è ricco di Collezioni di particolare pregio, di ricostruzioni ambientali e di serre.

ATTIVITA' DIDATTICA

L'Aula didattica offre alle scuole dell'infanzia e dell'obbligo, diverse opportunità:
-visite guidate e itinerari tematici in cui sono previsti vari momenti operativi di osservazione, raccolta e misurazione
-percorso sperimentale in collegamento con altri musei
-interventi a scuola e/o sul territorio inerenti a tematiche di approfondimento su specifici argomenti botanico-scientifici.

Indirizzo: Via Irnerio n. 42

Telefono: 051/2091299

Fax: 051-242576

e-mail: zanotti@alma.unibo.it

Sito Internet:

<http://www.unibo.it/musei-universitari/ortobota/ortobota.htm>

MUSEI DI PALAZZO POGGI

I Musei di Palazzo Poggi, ospitati presso la sede centrale dell'Università, raccolgono la parte più considerevole degli antichi laboratori settecenteschi bolognesi: la Specola e il Museo di Astronomia, il Museo delle Navi e delle antiche carte geografiche, la Camera di Architettura Militare, il Museo ostetrico di G. Galli e il Museo dello Studio.

ATTIVITA' DIDATTICA

L'Aula didattica dei Musei di Palazzo Poggi offre alla scuola diverse opportunità didattiche:
-percorsi tematici su argomenti specifici in relazione alla ricchezza dei materiali presenti
-percorsi sperimentali che prevedono collegamenti con altri musei o discipline
-visite guidate ai singoli musei.

Indirizzo: Via Zamboni n. 33

Telefono: 051/2099360 - 2099369 - 2095701

Fax: 051/2099922 - 2099600 - 2095700

e-mail: acardu@ammc.unibo.it

Sito Internet: <http://www.unibo.it/musei-universitari>

MUSEO DEL PATRIMONIO INDUSTRIALE

Il Museo del Patrimonio Industriale espone macchine, modelli funzionanti, apparati di laboratorio, strumenti scientifici, exhibit, integrati da allestimenti scenografici e strutture interattive, proiezioni di multivisioni e videofilmati, che documentano la storia e lo sviluppo dell'industria dal XV secolo ad oggi.

ATTIVITA' DIDATTICA

L'Aula didattica, che ha l'obiettivo di divulgare informazioni e ricerche sui processi di produzione e innovazione legati

all'industrializzazione del territorio bolognese, propone alla scuola:

-percorsi tematici che possono essere adeguati alle esigenze didattiche dell'utenza, dalla scuola dell'obbligo

all'Università

-animazioni per la scuola dell'infanzia e il primo ciclo della scuola elementare

-attività laboratoriali per il secondo ciclo della scuola elementare e per la scuola media inferiore

-ipertesti per la scuola media inferiore.

I percorsi tematici possono essere integrati con approfondimenti da svolgere in Museo o presso le scuole.

Indirizzo: Via della Beverara n. 123

Telefono: 051/6347770 - 6340075

Fax: 051/6346053

e-mail: MuseoPatrimonioIndustrialet@comune.bologna.it

Sito Internet: <http://www.comune.bologna.it/patrimonioindustriale>

PLANETARIO

Il Planetario, con sede presso le scuole elementari Carducci, nasce grazie alla sensibilità verso la divulgazione scientifica del Liceo E. Fermi, che ha concesso questa particolare struttura al Comune di Bologna.

E' una cupola di quattro metri di diametro, sotto la quale possono sistemarsi circa venticinque spettatori, come affacciati alla finestra davanti al cielo stellato.

ATTIVITA' DIDATTICA

Il Planetario permette di sperimentare, tramite modelli, l'osservazione dei fenomeni celesti, tentandone poi una spiegazione.

L'Aula didattica propone per le scuole di ogni ordine e grado:

-percorsi didattici articolati in più incontri, in parte all'interno dell'Aula e in parte presso le singole scuole per

approfondire specifiche tematiche

-lezioni, a richiesta, su argomenti specifici.

Indirizzo: Via Dante n. 5 (c/o scuola elementare Carducci)

Telefono: 051-348946

Fax: 051-348946

e-mail: planet@comune.bologna.it

Sito Internet: www2.comune.bologna.it/bologna/planet

MUSEO DI ZOOLOGIA

Il Museo di Zoologia, uno dei più grandi ed importanti musei universitari d'Italia, espone animali conservati e preparati con tecniche diverse, provenienti da Collezioni acquisite dal XVI secolo ad oggi; presenta inoltre alcuni diorami di ambienti italiani.

ATTIVITA' DIDATTICA

L'Aula didattica offre alla scuola dell'infanzia, elementare e media varie opportunità:

-itinerari didattici articolati in uno o più incontri, che propongono momenti di conoscenza e approfondimento sui diversi aspetti del mondo animale

-visite guidate tematiche e generali.

I percorsi si attuano mediante esperienze manipolative, l'uso di alcuni semplici strumenti, l'osservazione diretta e la visione di filmati appositamente predisposti.

Indirizzo: via Selmi n. 3

Telefono: 051/251723

Fax: 051/251208

e-mail: adidzool@alma.unibo.it

SitoInternet:

<http://www.unibo.it/musei-universitari/zoologia/zoologia.htm>

Le Riviste

Segue un elenco di riviste che si occupano di problemi legati all'insegnamento delle discipline scientifiche in vari ordini di scuola. Per ogni rivista sono indicate le coordinate di massima. Chiunque conoscesse altre testate, è pregato di farcene pervenire notizia. Sono graditi solo titoli di testate di cui è comprovata l'esistenza di un referaggio prima della pubblicazione.

ARCHIMEDE

Periodici Le Monnier - via Meucci 2 - 50015 Grassina (FI)

Pubblicazione trimestrale

Argomento principale: matematica per insegnanti di scuola media superiore

CABRIRRSAE

bollettino degli utilizzatori di Cabri-géomètre

IRRSAE-Emilia Romagna - via Ugo Bassi 7 - 40121 Bologna (BO)

Pubblicazione trimestrale

Argomenti principali: esperienze didattiche realizzate con il software Cabri-géomètre in ogni ordine di scuola

DIDATTICA DELLE SCIENZE E INFORMATICA NELLA SCUOLA

Editrice La Scuola - via L.Cadorna 11 - 25186 Brescia

Pubblicazione bimestrale

Argomenti principali: matematica e altre scienze per insegnanti di scuola media superiore

EMMECIQUADRO

Editore ITACA, Via Emilia interbna, 206 48014 Castel Bolognese – Ravenna –

Pubblicazione quadrimestrale

La rivista si occupa di scienze, educazione e didattica

GIORNALE DI FISICA

Rivista della Società Italiana di Fisica

Editrice Compositori - Via Stalingrado, 97/2 Bologna

Pubblicazione trimestrale

Argomenti principali: storia e didattica della fisica

INDUZIONI, DEMOGRAFIA, PROBABILITA', STATISTICA, SCUOLA

Giardini ed. - via S.Bibbiana 28 - Pisa (PI)

Pubblicazione semestrale

Argomenti principali: probabilità e statistica per insegnanti di ogni ordine di scuola

IPOSTESI, la tecnologia nell'insegnamento scientifico

Pitagora Editore - Via del Legatore 3 - 40138 Bologna (BO)

Pubblicazione quadrimestrale

Principale argomento: insegnamento della matematica e delle discipline sperimentali con l'utilizzo di tecnologie

LA CHIMICA NELLA SCUOLA

Editore SCI – Viale Liegi 48/c 00198 Roma
Pubblicazione bimestrale
Giornale di didattica della Società Chimica Italiana

LA FISICA NELLA SCUOLA

Bollettino trimestrale dell’A.I.F. (Associazione per l’Insegnamento della Fisica)
Per informazioni rivolgersi a IPSIA “Leonardo da Vinci” Strada Circonvallazione Sud 55/d Mantova
Tel 0376263667 Fax 0376262667
Argomenti principali: didattica e cultura generale nella fisica

L’EDUCAZIONE MATEMATICA

CRSEM - Dipartimento di Matematica - viale Merello 92 - 09123 Cagliari (CA)
Pubblicazione quadrimestrale
Principale argomento: matematica per insegnanti di ogni ordine di scuola

L’INSEGNAMENTO DELLA MATEMATICA E DELLE SCIENZE INTEGRATE

Centro ricerche didattiche Ugo Morin - Paderno del Grappa (TV)
Pubblicazione mensile con un Bollettino Bibliografico annuale
Principale argomento: matematica per insegnanti di ogni ordine di scuola (la pubblicazione è divisa in due sezioni: “Sezione A” per la scuola primaria, “Sezione B” per la scuola secondaria di 1° e 2° grado)

LA MATEMATICA E LA SUA DIDATTICA

Pitagora Editore - Via del Legatore 3 - 40 138 Bologna (BO)
Pubblicazione trimestrale
Principale argomento: matematica per insegnanti di ogni ordine di scuola

LE SCIENZE E IL LORO INSEGNAMENTO

Periodici Le Monnier - via Meucci 2 - 50015 Grassano (FI)
Pubblicazione bimestrale
Argomenti principali: matematica e scienze per insegnanti della scuola secondaria; divulgazione delle scienze

LETTERA MATEMATICA

Università Bocconi - Milano (MI)
Pubblicazione trimestrale
Principale argomento: storia e divulgazione della matematica; la cultura matematica

NATURALMENTE

Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, CP n° 1, suc. 8 56123 Pisa
Pubblicazione trimestrale
Bollettino di informazione degli insegnanti di Scienze Naturali

PERIODICO DI MATEMATICHE

Mathesis - via Capo d'Africa 54 - 00184 Roma (RM)
Pubblicazione trimestrale
Principale argomento: matematica per gli insegnanti della scuola media superiore

LE SCIENZE

Seregni S.p.A., Via Puecher 2, Paterno Dugnano (MI)
Pubblicazione mensile
Si tratta della versione italiana di SCIENTIFIC AMERICAN, si occupa di Scienze e Matematica ad un livello medio-alto.

Altri periodici

Il periodico EPSILON è stato pubblicato dal Gennaio 1988 al Maggio 1994.
Pagine sull'educazione scientifico-matematica sono pubblicate anche in altri periodici che qui menzioniamo: SCUOLA E DIDATTICA, CULTURA E SCUOLA, LA DIDATTICA, INFANZIA, SCUOLA SECONDARIA, BAMBINI, e in particolare NUOVA SECONDARIA; questi periodici, però, non sono interamente dedicati alla educazione scientifica.
Non esiste alcun periodico rivolto agli studenti.

Alcune Proposte di Esperienze

Abbiamo voluto riportare alcune "esperienze eccellenti" (best practice come si dice oggi); ritenute tali o perché nate in gruppi di lavoro numerosi, in cui era condivisa l'idea dell'importante ruolo svolto dal laboratorio nell'insegnamento delle scienze (sull'idea di laboratorio insiste molto anche la CM 270) o perché convalidate dall'esperienza maturata in più anni, coinvolgendo più classi di diversi ordini di scuola.

Scheda n.1**Tema 12: La scienza del vivere quotidiano****Tema 9: Macrocosmo e microcosmo**

Le esperienze che seguono sono state condotte in alcune scuole elementari e medie di Bologna con la consulenza della Prof.ssa Angela Turrichia, laureata in fisica, che si occupa di ricerca didattica nel campo della fisica e dell'astronomia in collaborazione con gli Osservatori Astronomici di Bologna e Padova e con l'Università di Ferrara.

a) I^a Esperienza

Motivazione: ricerca sull'inquinamento luminoso.

classe III S.M. Saffi Prof.ssa Domenicali

Periodo: 10 ore in classe

E' stato prodotto un testo scritto e seguirà un CD.

b) II^a Esperienza

Motivazione: ricerca su scienza e mitologia, con il supporto informatico

classe IV S.E Carducci, VIII Circolo Didattico Maestra Pancaldi

Periodo: 20 ore in classe

c) III^a Esperienza

Motivazione: Costruzione di un orologio solare

S.E. Carducci, VIII Circolo Didattico Maestre Naldi e Rucci

Periodo: 8 ore nella II classe ; seguite da 6 + 2 ore nella III classe

d) IV^a Esperienza

Motivazione: individuare le cause dei crateri sulla luna

classe II S.E. Fortuzzi, VIII Circolo Didattico Maestra M. R. Fava

Periodo: 6 ore per la preparazione e 6 ore per la realizzazione dell'esperienza

Si sono eseguite simulazioni, tramite esperienze, per spiegare l'esistenza e le caratteristiche dei crateri sulla luna.

e) V^a Esperienza

Motivazione: costruzione di orologi solari e meridiane

classe IV S.E.Tempesta Circolo Didattico X Maestra F. Massaro

Periodo: 10 ore

Fin dalla classe III, prima della costruzione, si era partiti dall'osservazione di orologi presenti sul territorio

Oltre alla costruzione di meridiane e orologi solari gli allievi hanno realizzato un modello del cielo.

**Per informazioni rivolgersi alla Prof.ssa Angela Turrichia,
Aula Planetario, Settore Istruzione Comune di Bologna, via Dante 5, Bologna
tel: 051 348946 Fax 051 348946**

Per la documentazione:

Centro di documentazione di didattica dell'astronomia presso l'Aula Planetario

Sito Internet www2.comune.bologna.it/bologna/planet

Altri Siti Internet:

www.PD.astro.it/solescuro; www.PD.astro.it/eaae; www.PD.astro.it/stelle

Scheda n.2

Tema 3: I linguaggi della Scienza e della Tecnologia

Tem 8. Informazione e comunicazione

Progetto "Laboratorio fotografico" Prof. Paolo Marabini

Laureato in Chimica. Docente di Scienze matematiche, fisiche, chimiche e naturali nella Scuola Media

Esperto di tecniche fotografiche

a) I^a Esperienza

Motivazione: coinvolgere e stimolare studenti demotivati

Classe: III Media (S.M. "Musolesi" di S. Benedetto Val di Sambro, sezione di Vado)

Periodo: 10 ore extrascolastiche nel II quadrimestre

Lavoro di gruppo e sul campo.

Alla fine del corso gli allievi hanno prodotto, in camera oscura, immagini b/n delle migliori foto da loro stessi scattate, dopo aver sviluppato il negativo

b) II^a Esperienza

Argomento: Dalla teoria sulla propagazione della luce alla costruzione di macchine fotografiche e utilizzo delle stesse.

Motivazione: attività didattica interdisciplinare (ha richiesto la compresenza dell'insegnante di scienze, Prof. Paolo Marabini, e di Educazione artistica, Prof.ssa Carla Chicca)

Classi: II e III Media (S.M. "Musolesi, Sezione di Vado)

Periodo: 1 ora alla settimana per i due anni. In totale circa 30 ore all'anno tutto compreso (attività in classe e in laboratorio, lavoro sul campo, presentazione dei risultati) Era inserito nel PEI.

Modalità: lavoro di gruppo, socializzazione dei risultati, comunicazione degli stessi

Obiettivi: educare il ragazzo alla composizione di un'immagine, ad una sua "lettura" ed interpretazione.

Programma:

Breve storia della fotografia; trattazione teorica dei vari tipi di macchine e componenti; costruzione individuale di una macchina fotografica.

Ripresa di esterni con annotazione delle condizioni operative; sviluppo dei negativi e produzione di stampe secondo diverse tecniche.

Lezioni teoriche relative allo studio delle proprietà della luce.

Educazione all'immagine mediante documentazioni : immagini d'autore, il paesaggio, il reportage, l'immagine pubblicitaria ecc.

Alla fine è stata realizzata una mostra fotografica

Bibliografia consultata

Alfred Blaker - Fotografia, Arte e Tecnica- Editrice Zanichelli

Alessandro Ciapanna - I trucchi fotografici - Ed. Cesco Ciapanna

Andreas Feininger - Il libro della fotografia- Garzanti Editore

John Hedgecoe - Il grande libro della fotografia - Editrice Vallardi

Libro di testo: Bersi Ricci - Osservare, interpretare e inventare - Editrice Zanichelli

Allegato: Schede operative

Manuali vari

Per informazioni rivolgersi al Prof. Paolo Marabini tel. 051 6447449

oppure alla Scuola Media "Galilei" di Sasso Marconi, dove attualmente insegna, tel. 051 841161, FAX 051 6751641

A chi interessa approfondire questo tema si fa presente che un lavoro molto interessante e a livello nazionale è da anni condotto dal Prof. Dino Zanier, insegnante di Educazione Tecnica alla Scuola Media di Tolmezzo (UD), che si è dichiarato disponibile per ulteriori informazioni e ha suggerito le seguenti fonti:

- Articolo nel n. 11 di Scuola Didattica 1999
- Sito Internet www.bdp.it/udmm0002/index.html

Scheda n.3

Tema 5: Misura, elaborazione e rappresentazione: strumenti e tecnologie per conoscere

Progetto: Studio di moti relativi Prof. Alberto Martini

Docente di Fisica e laboratorio nel Biennio ITIS. Laurea in fisica.

Esperto in tecniche fotografiche.

a) I Esperienza: Dinamica del moto circolare uniforme

Motivazione: visualizzare un fenomeno dinamico mediante tecniche fotografiche (si usa il linguaggio dell'immagine per conoscere il fenomeno e misurarne le grandezze)

Classe: I "ITIS Maiorana" Sede di Budrio (Bo)

Periodo: 4 ore operative con l'elaborazione dei dati . Prerequisiti: conoscenze di base per lo studio del moto di un oggetto (I e II principio della dinamica, equazione oraria del moto, definizione massa inerziale e massa gravitazionale, elementi di trigonometria).

Modalità di lavoro: Lavoro intergruppo, lavoro di gruppo, socializzazione dei risultati.

Procedimento:

Utilizzando una lezione multimediale si introduce il concetto di moto circolare uniforme e la problematica dell'esperienza. Si individuano le grandezze da misurare e come procedere per le misure. Si monta il sistema (costituito da un sostegno, una sbarretta orizzontale con appeso ad un estremo, mediante un filo bianco, una pallina bianca), lo si fa ruotare tramite un motorino e lo si illumina su sfondo scuro. Si misura il periodo e si nota che al variare di questo, varia l'angolo fra il filo e la verticale. Si prende come riferimenti un filo a piombo e una scala graduata (per valutare l'ingrandimento nella fotografia). Si esegue una fotografia con macchina fotografica digitale con un tempo di posa dai 2 agli 8 secondi. Si acquisisce col PC la fotografia, la si elabora usando il negativo e si stampano immediatamente tante copie quanti sono gli studenti. Lo studente procede all'elaborazione dei dati. Si può fornire ai gruppi foto sviluppate a velocità diverse o con palline di massa diversa e confrontare i risultati ottenuti.

b) II Esperienza Studio di un moto rettilineo uniforme da un sistema di riferimento rotante con velocità angolare costante

Motivazione: previsione della traiettoria e verifica con i risultati sperimentali.

Classe: I "ITIS Maiorana" , Sede di Budrio (Bo)

Periodo: 4 ore compreso il calcolo degli errori sistematici.

Procedimento:

Un carrello, al quale è applicato un led con pila, si muove di moto uniforme su una rotaia ad aria e il moto viene fotografato tramite una macchina fotografica digitale che si trova sistemata sul piatto di un giradischi. La macchina fotografica è dotata di autoscatto e di possibilità di un tempo di posa di almeno otto secondi,

Utilizzando le funzioni trigonometriche si scrive l'equazione del moto e si ricava la traiettoria per punti, tramite il computer. Si acquisisce col PC la fotografia, la si elabora usando il negativo e si stampano immediatamente tante copie quanti sono gli studenti. Lo studente procede all'elaborazione dei dati e al confronto della curva teorica con la curva sperimentale. Si mette in evidenza l'esistenza di errori sistematici che si valutano e correggono.

Questi sono solo due esempi delle esperienze che sono state condotte, con abbinamento di tecniche fotografiche e tecniche informatiche.

Per informazioni rivolgersi al Prof. Alberto Martini, ITIS Maiorana, sede di Budrio (BO) tel. 051 800116, Fax 051 803047

Scheda n.4

Tema 14: Ambiente e Tecnologia

Progetto: Il mondo delle merci estinte: i rifiuti

Proff. Concetta Mosca, docente di Fisica e laboratorio, Luisa Stellato, docente di scienze

Motivazioni: affrontare un tema con approccio economico (dalla produzione delle merci al loro smaltimento ed eventuale riciclaggio);

approccio degli studenti a un problema reale, applicando procedure del metodo scientifico (stima e misura);

svolgere un'attività didattica interdisciplinare.

Classe II L "ITIS Belluzzi" Bologna

Periodo: 12 ore di fisica e 8 ore di scienze

Modalità: Ricerca condotta a casa e a scuola. Attività in classe, lavoro individuale, lavoro di gruppo, socializzazione dei risultati e comunicazione degli stessi. Consultazione di fonti specializzate: articoli, manuali, resoconti. Intervento di esperti.

Programma:

Approccio a partire dal quotidiano: misura dei rifiuti prodotti a casa; media giornaliera della famiglia e procapite in una settimana. Analisi statistica dei rifiuti prodotti settimanali procapite e confronto dei risultati con dati ufficiali pubblicati.

Applicazione della ricerca alla scuola: costruzione e somministrazione dei questionari; progetto organizzativo ideato da ogni studente per eseguire le consegne avute dai docenti; elaborazione dei risultati.

Conoscenze di base: concetto di risorsa e concetto di limite; tipi di rifiuti (caratteristiche fisiche e chimiche); raccolta differenziata, ipotesi di smaltimento e recupero materiali.

Incontro con esperti sul loro luogo di lavoro: Esperto SEABO; Responsabile dello smaltimento dei rifiuti solidi della Provincia di Bologna; Consigliere del Gruppo Verdi.

Documentazione

La voce di un esperto:

Guido Viale "Un mondo usa e getta" La civiltà dei rifiuti e i rifiuti della civiltà, Feltrinelli 1994

Guido Viale "Governare i rifiuti", Bollati Boringhieri 1999

I dati nazionali e locali:

Relazione sullo stato dell'ambiente, Ministero dell'Ambiente, 1997

I° Rapporto sullo stato dell'ambiente nella Provincia di Bologna, 1999, pag.307 e seg.

Sito Internet www.Provincia.bologna.it Italia che ricicla

Nuova normativa sui rifiuti: decreto Ronchi del 5/2/1997

"Bollettino bimestrale del Ministero dell'ambiente "L'ambiente informa" n.1, 1998

Rifiuti e sviluppo sostenibile:

Rivista "Equilibri", il Mulino, n.2/1998

Scheda n.5

Tema 14: Ambiente e tecnologia

Progetto: Risorse e consumi energetici

Prof.ssa Concetta Mosca

Motivazioni: un altro tema che si presta a un collegamento fra conoscenze scientifiche, tecnologiche e problemi di carattere sociale e ambientale è quello dell'utilizzo dell'energia. Si presta inoltre ad attività curriculari (per es. Energia elettrica, Termodinamica)

Classe II "ITIS Belluzzi" Bologna

Argomenti: Consumi energetici familiari;

Interdipendenza Nord Sud rispetto ai consumi e alla produzione;

Possibilità di considerare il sistema energetico, come un sistema complesso (6 ore);

Bibliografia

Testi datati ma ancora validi:

Collana in 7 volumi "Il problema dell'Energia", Zanichelli 1984

Collana "Quaderni Scuola-Energia", Le Monnier, 1990

F.Butera, G.Silvestrini "Il futuro del Sole" Potenzialità delle fonti rinnovabili nella produzione di energia elettrica, Franco Angeli, 1990.

Sito Internet sulle statistiche mondiali di energia: www.bpamoco.com/worldenergy

Rivista "Energia e innovazione" ENEA

Scheda n.6**Tema 14:Ambiente e tecnologia****Progetto: L'acqua: consumi e risorse****Prof.ssa Concetta Mosca****Motivazione: analisi del problema****Classe I (ITIS Belluzzi) (Bo)****Programma**

Approccio a partire dal quotidiano:consumi domestici d'acqua e costi. Sprechi d'acqua e valutazione dei tempi inutili di consumo. Azioni proposte per limitare gli sprechi.Confronto con i dati in letteratura. Risorse idriche.

Conoscenze di base: caratteristiche fisiche dell'acqua: Misure di portata.

Classe II**Argomento:** Risorse d'acqua e loro utilizzo a Bologna**Periodo: 20 ore di attività interdisciplinare (Proff. C.Mosca,fisica; G.Gigli, scienze; L.Pazzaglia, chimica; L.Frascura, italiano e storia)****Modalità:**Ricerca condotta a casa e a scuola. Attività in classe, in laboratorio e sul campo. Lavoro individuale, lavoro di gruppo, socializzazione dei risultati e comunicazione degli stessi. Consultazione di fonti specializzate: articoli, manuali, resoconti. Intervento di esperti.

Ulteriori conoscenze di base: caratteristiche chimiche dell'acqua.

Scheda n.7**Tema 14: Ambiente e tecnologia****Progetto : A chi appartiene l'Adriatico****Proff. Concetta Mosca, fisica; G.Gigli, scienze e geografia; G.Cavicchi, religione)****Motivazione: Importanza del mare Adriatico come laboratorio di ricerca scientifica internazionale. Utilizzo delle mappe di connessione.****Classe II (ITIS Belluzzi, Bo)****Modalità: attività interdisciplinare Fisica, Chimica, Scienze e geografia, Religione. Ricerca condotta a casa e a scuola. Attività in classe, in laboratorio e sul campo. Uscita a Cervia. Lavoro individuale, lavoro di gruppo, socializzazione dei risultati e comunicazione degli stessi. Consultazione di fonti specializzate: articoli, manuali, resoconti. Intervento di esperti.****Periodo: Fisica e chimica 8 ore, scienze e geografia 8 ore, religione 4 ore.****Programma:****Fisica e chimica:** elementi di base, uso di mappe di connessione; salinità, gas disciolti, calore, trasparenza, temperatura, pressione; caratteri fisici dell'acqua del mare di Cervia (densità, punto di solidificazione).**Scienze e geografia:** ecosistema marino, fattori biotici e abiotici, inquinamento del mare, carte batimetriche e curva ipsografica.**Religione:** cosmogonia babilonese e genesi del mare, mito di Nettuno, la creazione del mare nella Bibbia (uso di mappe di connessione).

Scheda n.8**Tema 14: Ambiente e tecnologia**

Progetto: Dalla chiusa di Casalecchio di Reno alla centrale idroelettrica di Bargi
Proff. Concetta Mosca, fisica; R. Caizzi, italiano e storia; C.Lumini, scienze e geografia .

Periodo: 6 ore fisica, 10 ore italiano e storia, 6 ore scienze.

Si tratta di un ulteriore lavoro interdisciplinare con la partecipazione dei docenti di fisica, scienze e lettere, che ha seguito le modalità indicate nei progetti precedenti.

Bibliografia schede 6,7,8

P.F.Ghetti "Manuale per la difesa dei fiumi" Fondazione Giovanni Agnelli, 1993

D.Bentivogli, M.P.Boschi "Le ragioni della natura" Manuale di educazione ambientale, Cappelli, 1993

I° Rapporto sullo stato dell'ambiente nella Provincia di Bologna "Portici", dicembre 1999, Speciale acqua

Rivista "Le scienze e il loro insegnamento" schede didattiche "L'acqua", luglio agosto 1993

Per informazioni sulle attività svolte sul tema Ambiente e Tecnologia rivolgersi alla Prof.ssa Concetta Mosca, ITIS Belluzzi, Bologna
tel. 051 561202 FAX 051 563656

Alcuni articoli significativi

Riportiamo integralmente alcuni articoli riferiti a diverse discipline scientifiche. Si tratta di letture che, pur non riferendosi specificamente ai temi indicati dal Progetto SeT, possono fornire interpretazioni e interessanti spunti di lavoro pertinenti al Progetto.

Si ringraziano gli autori e gli enti proprietari dei diritti che ci hanno consentito la pubblicazione.

Paolo Mirone

Perché la Chimica è difficile? (#)

E' opinione comune che la chimica sia una materia difficile, ma sulla natura delle sue difficoltà le idee non sono molto chiare, anche se molti - esclusi naturalmente i chimici - si trovano d'accordo nell'affermare che la chimica - almeno per il modo in cui è insegnata - è una materia astratta e lontana dall'esperienza quotidiana.

Volendo iniziare un discorso sulle difficoltà della chimica, va detto innanzitutto che esse sono di due tipi: vi sono difficoltà intrinseche alla disciplina e difficoltà introdotte senza necessità dagli insegnanti o dagli autori dei libri di testo o da chi fa i programmi di insegnamento. Non mi soffermerò sulle difficoltà del secondo tipo, anche perché l'ho fatto in diverse occasioni nel passato; mi limito a citare, a titolo d'esempio, l'usanza ancora molto diffusa di spiegare la struttura elettronica dell'atomo ai ragazzi delle scuole medie superiori (e talvolta anche inferiori) ricorrendo al concetto di orbitale.

Penso che le difficoltà intrinseche della chimica si possano ricondurre a tre punti nodali: la chimica non è intuitiva, la chimica fa uso di due livelli di descrizione della realtà, le molecole non stanno ferme.

La chimica non è intuitiva

Il carattere non intuitivo della chimica la caratterizza nettamente nei confronti delle altre discipline. La fisica - per non parlare della biologia e delle scienze della terra - a livello iniziale fa ricorso a concetti come traiettoria, velocità, forza che, pur avendo bisogno di essere ulteriormente precisati, possono essere introdotti facendo appello all'intuizione e/o all'esperienza quotidiana. Viceversa la chimica - cioè la scienza che studia le proprietà delle sostanze e le loro trasformazioni in altre sostanze - ha alla sua base un concetto, quello appunto di sostanza chimica, che non è affatto intuitivo, né si presta ad essere spiegato in modo elementare ma corretto all'inizio di un corso introduttivo. Probabilmente è questa la ragione per cui la maggior parte dei libri di testo per le scuole secondarie (19 sui 25 più adottati secondo un'indagine di una decina d'anni fa [1]) o dà il concetto per scontato, o si limita a darne qualche esempio (spesso errato), oppure ne dà una "definizione" in termini atomico-molecolari che è in realtà una semplice descrizione, mancando di quel carattere operativo che permette di verificare sperimentalmente se un campione di materia consiste di un'unica sostanza.

Ma anche molte reazioni chimiche - cioè le trasformazioni di sostanze in altre sostanze cui si è accennato sopra - hanno un carattere elusivo, in quanto alcuni dei reagenti e/o dei prodotti sono gas incolori, quindi invisibili. Ciò vale in particolare per le combustioni, che sono le reazioni chimiche di più comune esperienza. Le ricerche in didattica della chimica stanno mettendo in evidenza le difficoltà insite nella spiegazione di tali reazioni ai ragazzi più giovani. In un recente convegno un ricercatore inglese presentò una comunicazione intitolata "Perché la combustione dovrebbe essere l'ultima cosa da insegnare ai ragazzi delle scuole" [2] (titolo cambiato all'ultimo momento in "Perché la combustione è una delle ultime cose ad essere capite dai ragazzi delle scuole", forse su consiglio di qualche autorevole personaggio che considerava un po' troppo estremista il titolo originale). In tale comunicazione egli giungeva alla conclusione che la spiegazione della combustione attinge a tutti gli aspetti che contribuiscono alla comprensione del concetto di sostanza, concetto il cui sviluppo nelle menti dei ragazzi richiede probabilmente qualche anno.

Ma non sono solo i ragazzi della scuola dell'obbligo ad avere problemi con le reazioni di combustione e più in generale con quelle di ossidazione. In un questionario d'ingresso sottoposto nel 1997 alle matricole di Chimica e di Chimica Industriale delle Università di Modena e di Torino veniva posto il seguente quesito: *Un chiodo esposto agli agenti atmo-*

sferici si è coperto completamente di uno strato aderente di ruggine. Se lo si pone sulla bilancia, si troverà che in seguito a ciò il suo peso: A) è aumentato; B) è rimasto costante; C) è diminuito. Su 137 studenti, quelli che hanno dato la risposta giusta (A) hanno superato di poco il 50%, mentre il 20% ha scelto la risposta B, il 18% la C e il 7% non ha risposto.

Se la chimica non è intuitiva, non ci si deve stupire che questa caratteristica si manifesti anche nei processi dell'industria chimica. A questo proposito Luigi Morandi, che intorno alla metà del secolo è stato uno dei massimi dirigenti della Montecatini, riporta nel suo libro *L'industria chimica: cos'è* la testimonianza di un economista il quale, lavorando come consulente di un'azienda chimica, aveva chiesto di visitarne uno stabilimento: "ho visto, guardato e talvolta anche toccato apparecchiature che mi hanno detto chiamarsi reattori, autoclavi, colonne di distillazione o di rettifica, eccetera, per lo più chiusi e collegati con tubi diversamente colorati; ho saputo che in quegli apparecchi avvengono operazioni con nomi strani, come nitrazioni, esterificazioni; vi ho visto entrare fluidi e solidi di colore incerto, scorrevoli o viscosi, e vi ho visto uscire solidi e fluidi su per giù uguali a quelli che vi erano entrati, pur avendo nomi molto diversi, come mi hanno detto i tecnici...". E l'economista continuava mettendo a confronto la "illeggibilità" dei processi dell'industria chimica con la "leggibilità" di quelli delle altre industrie: "se la fabbrica è siderurgica, capisco quanto mi basta: come la carica di un altoforno, fatta di minerali e di rottami di ferro, si trasforma con il calore in una colata liquida, che vedo, e quindi in lingotti di acciaio; in una fabbrica tessile capisco come le fibre in fiocchi, naturali o no, diventano filo e poi tessuto; in una fabbrica di automobili capisco la funzione dei torni e delle fresatrici, delle presse per le carrozzerie, e capisco come si svolge il lavoro a catena del montaggio. Così io, profano. Ma io, profano, nelle vostre fabbriche chimiche non capisco niente o quasi." [3]

I due livelli della chimica

Dai tempi di Dalton, cioè da due secoli, la chimica fa uso di due livelli di descrizione della materia: il livello *macroscopico*, o fenomenologico, delle proprietà e delle trasformazioni delle sostanze, e il livello *microscopico* (o più esattamente submicroscopico) degli atomi e delle molecole. I chimici si sono da tempo adattati a questa duplicità di livelli, sviluppando una *forma mentis* che consente loro di passare con naturalezza da un livello all'altro pur tenendoli ben distinti. Ma ciò non è affatto ovvio per gli studenti che si avvicinano per la prima volta alla chimica, specialmente se sono molto giovani.

I primi ricercatori che cominciarono a studiare i problemi inerenti alla didattica del modello particellare della materia trovarono che i ragazzi attribuivano alle particelle costituenti di una certa sostanza le stesse proprietà di questa: per esempio, secondo loro il rame è malleabile perché i suoi atomi sono malleabili, l'oro è giallo perché i suoi atomi sono gialli, il mercurio del termometro si espande all'aumentare della temperatura perché si espandono i suoi atomi e così via. Questo modo di pensare può sembrare molto ingenuo, ma corrisponde strettamente al modo in cui i primi

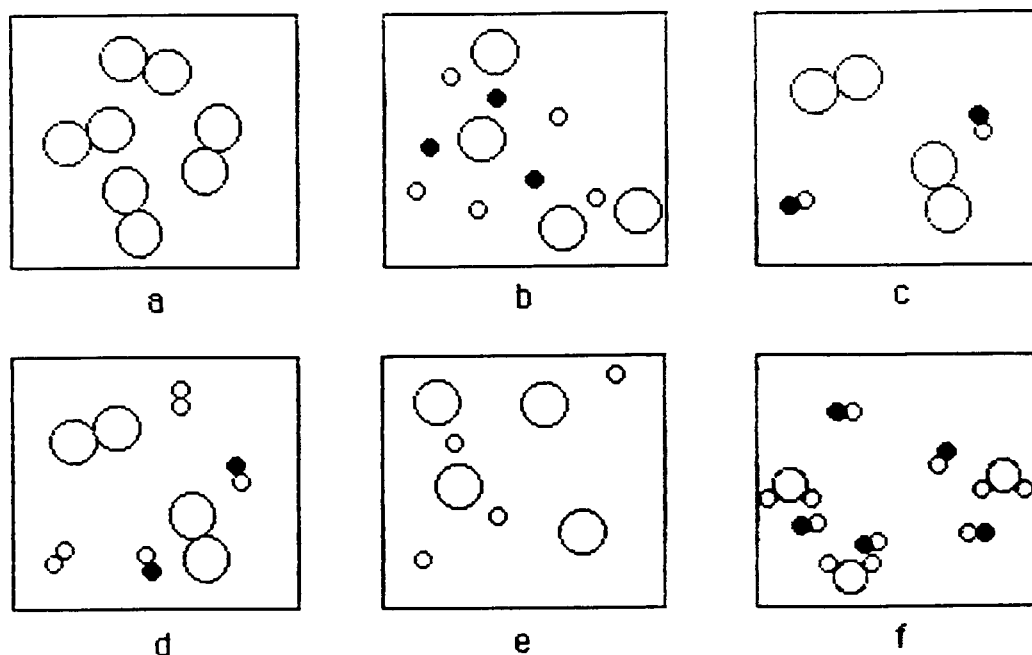


Fig.1 Ogni circoletto rappresenta un atomo; circoletti di diverso colore o diametro

atomisti cercavano di spiegare le proprietà dei corpi: per esempio, secondo Democrito l'aceto ha un sapore pungente perché i suoi atomi sono appuntiti [4]. E' naturale che i ragazzi pensino allo stesso modo di Democrito se nessuno li avverte che atomi e molecole non soltanto sono molto ma molto più piccoli dei corpi che vediamo e tocchiamo, ma si comportano anche in maniera molto differente, e di conseguenza possiedono solo poche delle proprietà dei corpi macroscopici: massa, forma e (approssimativamente) dimensioni, ma non colore, durezza eccetera.

Un'altra fonte di difficoltà è costituita dal rischio di confondere i due livelli, specialmente quando l'insegnamento è fortemente sbilanciato a favore del livello microscopico come avviene molto spesso nelle scuole italiane. Un esempio di tale confusione è fornito dallo slittamento del concetto di sostanza composta dal livello macroscopico a quello microscopico che abbiamo osservato in numerose matricole [5]. Nel già citato questionario dato agli studenti del primo anno di Chimica e di Chimica Industriale di Modena e Torino un quesito chiedeva di determinare, per ciascuno degli schemi di Fig. 1, quali rappresentavano sostanze e quali miscele di sostanze, e di indicare inoltre se si trattava di sostanze semplici o composte. E' risultato che secondo il 19% degli studenti lo schema a rappresenta una sostanza composta, e secondo il 39% gli schemi c e d rappresentano entrambi miscele di sostanze composte. Di fronte a questi risultati ci è venuto il sospetto che molti studenti non avessero compreso il significato delle figure; sospetto avvalorato dal fatto che la percentuale di risposte incomplete era stata uguale o superiore al 30% per tutti gli schemi ad eccezione dello schema a. Ma il nostro sospetto si è dissolto di fronte ai risultati di un secondo quesito, il cui testo era:

Quale delle seguenti affermazioni è corretta?

A. Una sostanza si dice pura quando è formata da un unico elemento.

B. Una sostanza si dice pura quando è formata da atomi identici.

C. Una sostanza semplice è formata da atomi identici.

D. Una sostanza composta è formata da due o più elementi.

E. Nessuna delle affermazioni precedenti è corretta.

Soltanto il 32% degli studenti ha scelto l'unico enunciato corretto, cioè D. Ma l'indicazione più illuminante è venuta dai pochi studenti che avevano cercato di giustificare le loro risposte errate: "O₂ è già un composto"; "D è falsa perché esistono composti mononucleari".

(O₂, S₈, P₄)”; “C non va bene, perché O₂ è un composto dell’ossigeno”; “D è sbagliata, perché S₈ è una sostanza composta, cioè una molecola formata da un solo elemento”.

Nelle menti di questi studenti, e presumibilmente anche di parecchi altri viste le risposte date al primo quesito, il concetto di composto aveva evidentemente subito uno slittamento dal livello macroscopico (sostanza formata da due o più elementi) al livello microscopico (molecola formata da due o più atomi, anche dello stesso elemento). Oppure non era neppure avvertita la distinzione fra i due livelli, come sembra indicare l’ultima risposta che mescola nella stessa frase termini propri del livello microscopico (molecola) e macroscopico (sostanza, elemento), e tratta i primi due come sinonimi. Questo esempio dimostra la necessità che nell’insegnamento della chimica i due livelli, con le rispettive terminologie, siano tenuti ben distinti fin dal principio. Distinti ma non separati, perché i due livelli sono strettamente connessi: è proprio il comportamento degli atomi e delle strutture che essi formano (molecole, reticoli cristallini e altri tipi di aggregati) che ci permette di spiegare le proprietà e le trasformazioni che osserviamo su scala macroscopica. Ma i concetti e le teorie che fanno da ponte tra i due livelli sono spesso all’origine di ostacoli all’apprendimento, anche nei casi più semplici. Per esempio, il concetto di mole (“l’interprete fra gli atomi e la bilancia” secondo l’efficace metafora di un libro di testo [6]) è stato oggetto negli ultimi quarant’anni di numerose ricerche didattiche [7], motivate proprio dalle difficoltà incontrate nel farlo capire ai ragazzi delle scuole secondarie.

Un bell’esempio delle difficoltà che, anche a livello universitario, può presentare il passaggio dal livello microscopico a quello macroscopico è offerto da un recente studio di due ricercatori francesi sull’apprendimento della stereochimica [8]. A 88 studenti dell’Università di Grenoble (69 del terzo anno per la licenza in scienze fisiche e 19 del secondo anno per il diploma biennale in scienze della materia a indirizzo chimico) è stato sottoposto un questionario che presentava tre proiezioni di Newman per ciascuno di quattro composti organici (Fig. 2), accompagnate da due quesiti:

a) Quali delle tre conformazioni del composto sono chirali? Motivare in caso di risposta affermativa.

b) Su scala macroscopica (cioè in presenza di un gran numero di molecole di conformazione variabile) il composto si comporta come una sostanza chirale? Motivare la risposta. [9]

Per citare i risultati più significativi dell’indagine, soltanto il 10% degli studenti ha dato una spiegazione coerente del comportamento non chirale (assenza di attività ottica) dei primi tre composti, e soltanto il 20% ha dato risposte giuste per tutte e tre le conformazioni del 2,3-diclorobutano RS, che si è rivelato il caso più ostico (per le singole conformazioni le risposte corrette sono state, andando da sinistra a destra della Fig. 2, rispettivamente 45, 58 e 70%); inoltre, fra gli errori più frequenti nel passaggio dalla scala microscopica alla macroscopica, gli autori segnalano l’attribuzione di proprietà macroscopiche, come l’assenza di attività ottica, a caratteristiche microscopiche come l’assenza di atomi di carbonio asimmetrici, la considerazione esclusiva della conformazione ritenuta più stabile, e il mancato riconoscimento della possibilità di rotazione intorno al legame semplice di una metà della molecola rispetto all’altra.

Le molecole non stanno ferme

Tutte le trasformazioni chimiche sono la conseguenza di urti fra molecole o atomi. Eppure ho sempre incontrato una grande difficoltà a far ragionare in termini di urti molecolari i miei studenti del corso di chimica generale, anche su problemi semplici come il meccanismo della trasformazione dell’energia chimica in energia termica [10], o il meccanismo delle reazioni monomolecolari nella sua versione più elementare.

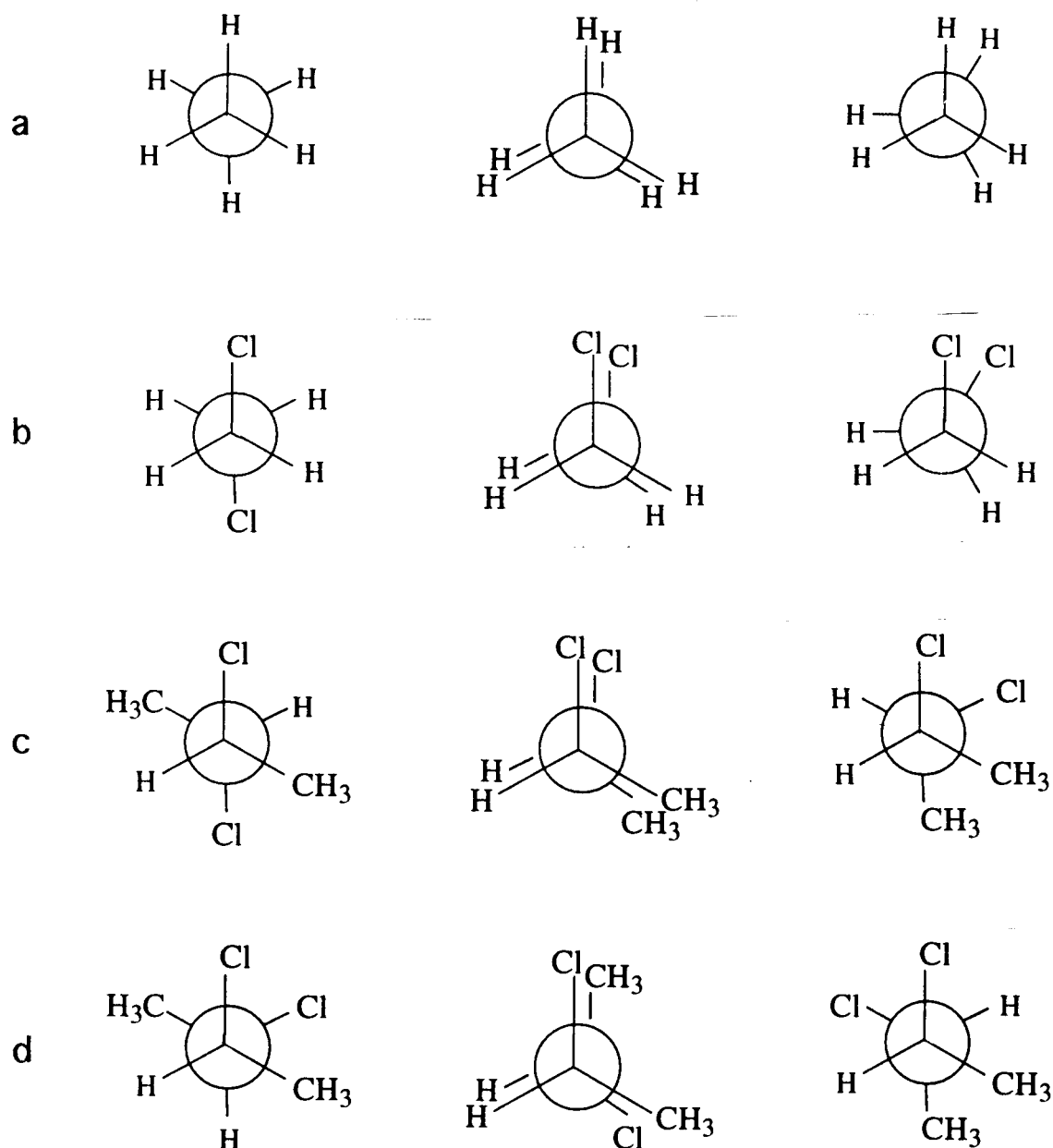


Fig. 2 a: Etano; b: 1,2-Dicloroetano; c: 2,3-Diclorobutano RS; d: 2,3-Diclorobutano RR

Da qualche tempo sto cercando di capire quali possono essere le cause di questa riluttanza. Fra le spiegazioni possibili, mi sembra che la più probabile possa esser fatta risalire ai libri di testo, i quali tendono generalmente a dare un'immagine piuttosto statica della chimica. In particolare l'esistenza dell'agitazione termica è spesso ignorata, fino al caso estremo di tre testi (uno dei quali divenuto nel giro di pochi anni il più diffuso nelle scuole secondarie) che nel 1986 davano, con parole quasi identiche, la seguente spiegazione della differenza fra solidi e liquidi: "Poiché nei solidi la forza di coesione ha valore massimo ed è maggiore della forza di gravità, essi hanno forma e volume propri. Nei liquidi la forza di coesione è minore della forza di gravità; questa costringe le molecole a scorrere le une sulle altre, per cui i liquidi hanno volume proprio ma assumono la forma del recipiente in cui sono messi" [11]. Nei testi universitari di chimica generale non si incontrano simili amenità, ma si parla molto poco di urti molecolari. Questi fanno la loro comparsa, di solito verso la fine del libro, solo nel capitolo dedicato alla cinetica di reazione.

Ma forse questa difficoltà a pensare in termini di collisioni molecolari non è soltanto degli studenti ma dei chimici in generale. E forse non è un caso che il primo a proporre un'ipotesi soddisfacente per il meccanismo delle reazioni monomolecolari in fase gassosa sia stato il fisico Lindemann. Ottant'anni fa il meccanismo di queste reazioni non era ancora chiaro: il fatto che la loro cinetica fosse del primo ordine sembrava incompatibile con un processo di attivazione per urto, che secondo le idee allora prevalenti avrebbe dovuto portare a una cinetica del secondo ordine. Perciò Perrin avanzò l'ipotesi che l'energia di attivazione fosse fornita alle molecole dalle radiazioni emesse dalle pareti del recipiente di reazione. Nel 1921 la Faraday Society organizzò un convegno su "La teoria radiativa dell'azione chimica", nel quale Perrin presentò un'ampia relazione sulla sua ipotesi. Nella discussione che seguì Lindemann fece un breve intervento, in cui mostrò che la cinetica del primo ordine era perfettamente compatibile con un processo di attivazione per urto seguito da uno di due processi tra loro in competizione, cioè la disattivazione, sempre per urto, o la trasformazione della molecola reagente nei prodotti [12]. Questo meccanismo faceva inoltre prevedere che riducendo la pressione la disattivazione per urto delle molecole attivate sarebbe divenuta sempre meno probabile rispetto alla reazione e di conseguenza la cinetica sarebbe passata gradualmente dal primo al secondo ordine, cosa che fu ben presto confermata dall'esperienza.

Conclusioni

Quelli di noi che hanno avuto il compito di far parte della commissione dell'esame di stato per l'abilitazione alla professione di chimico sono stati certamente colpiti dal fatto che molti candidati, anche se laureati da poche settimane, si trovano in difficoltà di fronte alle domande più semplici. Per quanto mi riguarda, ciò che mi ha maggiormente sorpreso non sono state tanto le lacune di memoria, quanto la manifesta incapacità di orientarsi e di ragionare su semplici questioni di chimica, cioè di collocare la domanda nel contesto di un insieme strutturato di conoscenze. Non ho difficoltà ad ammettere che quella di commissario agli esami di abilitazione alla professione di chimico è stata l'esperienza più deprimente della mia carriera di insegnante, in quanto mi ha portato spesso a domandarmi quale sia il senso e l'utilità del nostro lavoro.

D'altra parte, ciò che sto lamentando non è certamente una insufficienza dei soli laureati in chimica, ma è un fenomeno del tutto generale, riconosciuto da tempo dagli educatori più consapevoli [13]. Recentemente il rendimento dell'istruzione è stato paragonato a quello delle prime macchine a vapore, che era notoriamente bassissimo. Tuttavia, grazie agli sforzi della ricerca pura e applicata, nel corso degli ultimi due secoli il rendimento delle macchine termiche è costantemente cresciuto, avvicinandosi di molto al limite teorico imposto dalla seconda legge della termodinamica. E' ragionevole pensare che la ricerca sia in grado di produrre un analogo miglioramento nel rendimento dell'istruzione, in modo tale che questo si avvicini ai limiti posti dalla natura della mente umana. Questa è l'idea che anima gli sforzi di quanti si dedicano alla ricerca in didattica delle scienze.

Una parte sempre più importante di tale ricerca è rivolta oggi alla identificazione degli ostacoli che si oppongono a un apprendimento significativo delle singole discipline, ostacoli che sono spesso nascosti e quindi possono facilmente sfuggire anche a chi padroneggia perfettamente una disciplina e la insegna da anni. Per superare un ostacolo, e ancor più per aiutare altri a superarlo, è indispensabile conoscerlo, e questo può essere solo il risultato di una ricerca che si avvalga di tutte le risorse necessarie.

Bibliografia

- [1] L. Benedetti, L. Brancaleoni, R. Cervellati, P. Mirone, *Analisi di 25 testi di chimica ampiamente diffusi nelle scuole medie superiori*, Progetto strategico "Tecnologie e innovazioni didattiche" del C.N.R., Modena, 1989, p. 27.
- [2] P. Johnson, Why combustion should be the last thing to teach children in school, comunicazione alla 4th European Conference on Research in Chemical Education (ECRICE), York, 9-12 settembre 1997.
- [3] L. Morandi, *L'industria chimica: cos'è*, La Nuova Italia, Firenze, 1972, p. 22-23.
- [4] F. Enriques e G. de Santillana, *Compendio di storia del pensiero scientifico*, Zanichelli, Bologna, 1953, p. 81. Si noti che dopo 2000 anni l'idea di Democrito era ancora diffusa fra gli studiosi: nel 1675 il chimico francese Nicolas Lémery scriveva nel suo *Cours de Chymie*: "Non credo mi si possa contestare che l'acido non abbia delle punte...basta assaggiarlo per convincersene, perché provoca pizzicore sulla lingua" (cfr. J.I. Solov'ev, *L'evoluzione del pensiero chimico dal '600 ai giorni nostri*, EST, Milano, 1976, p. 27).
- [5] P. Mirone e E. Roletto, Students' misunderstandings about some basic chemical concepts, comunicazione alla 1st European Conference in Chemical Education, Budapest, 25-29 agosto 1998.
- [6] F. Bagatti, M. Braghiroli, E. Corradi, A. Desco, C. Ropa, *Il libro di chimica*, Zanichelli, Bologna, 1990, p. 90.
- [7] R. Cervellati, C. Amicucci, C. Cavalcoli, Bibliografia ragionata sulla didattica del concetto di mole (1961-1981), *CnS*, 1982, N. 3, 4, 5. In questo lavoro sono citate circa trenta pubblicazioni, comparse prevalentemente sul *Journal of Chemical Education*, su *Education in Chemistry* e su *School Science Review*. W. Dierks (*Eur. J. Sci. Educ.*, 3 (1981), 145) cita circa 80 articoli sullo stesso argomento, apparsi fra il 1952 e il 1980 su varie riviste. Un'altra cinquantina di articoli sono citati dai *Chemical Abstracts* fra il 1980 e il 1997 (G. Gorin, comunicazione privata).
- [8] R. Barlet e D. Plouin, La dualité microscopique-macroscopique: un obstacle sous-jacent aux difficultés en chimie dans l'enseignement universitaire, *Aster*, 27 (1997), 143.
- [9] Un oggetto chirale (per esempio la mano) ha la caratteristica di non essere ricopribile dalla sua immagine speculare. Per essere chirale una molecola non deve possedere né piani di simmetria, né un centro di inversione. Perché questa condizione sia soddisfatta non sempre è necessaria la presenza di un atomo di carbonio asimmetrico.
- [10] Un modo elementare per illustrare questo meccanismo consiste nel considerare il più semplice caso di reazione esotermica, cioè la formazione di una molecola biatomica a partire dai due atomi costituenti situati a grande distanza, tenendo conto della dipendenza dalla distanza internucleare dell'energia potenziale di interazione fra i due atomi. Tale dipendenza è descritta con buona approssimazione dalla curva di Morse. (cfr. P. Mirone, *CnS*, 1979, N. 3, p. 21).
- [11] P. Mirone, Errori ricorrenti nei libri di testo di chimica, in: *Il testo di chimica per la scuola secondaria superiore: contenuti e criteri di scelta*, Progetto strategico "Tecnologie e innovazioni didattiche" del C.N.R., Modena, 1986, p. 29.
- [12] K.J. Laidler, *The World of Physical Chemistry*, Oxford University Press, Oxford, 1993, p. 263-265. Il testo dell'intervento di Lindemann è riprodotto in: *Selected Readings in Chemical Kinetics* (a cura di M.H. Back and K.J. Laidler), Pergamon Press, Oxford, 1967, p. 93-96.
- [13] Nella prefazione alle sue lezioni di fisica (*La fisica di Feynman/The Feynman Lectures on Physics*, Inter European Editions, Amsterdam, 1975, p. VIII) Richard Feynman cita questa sentenza del Cardinale James Gibbons (1834-1921): "Il potere dell'istruzione è raramente di grande efficacia, a parte quelle felici situazioni in cui esso è quasi superfluo". Per essere stato il primo rettore della Catholic University of America di Washington (1889), ed anche per altre ragioni (si veda la voce che gli dedica l'*Encyclopaedia Britannica*).

ca), Gibbons è difficilmente sospettabile di scetticismo preconconcetto nei riguardi dell'istruzione.

Nota riferita al titolo

(#) Il presente articolo è basato sulla lezione tenuta dall'Autore il 13 novembre 1998 presso il Dipartimento di Chimica dell'Università di Modena e Reggio Emilia a conclusione della sua attività didattica di professore ordinario di Chimica fisica.

Vinicio Villani

Modellizzazioni matematiche: dal conto della spesa alle dimensioni dell'universo

(dal supplemento al Notiziario dell'UMI n°10 ottobre 1999. Atti del XX Convegno Nazionale UMI-CIM sull'insegnamento della matematica: "La matematica e le altre scienze: modelli, applicazioni, strumenti, didattici".)

PREMESSA

Nel maggio '98, in vista della relazione che avrei tenuto di lì a qualche mese a questo convegno, ho inviato agli organizzatori una breve traccia delle problematiche che contavo di affrontare. Nella mia lettera di trasmissione esprimevo poi la speranza che le "provocazioni" contenute nella traccia potessero fornire a qualche insegnante di scuola secondaria lo spunto per un lavoro da proporre ai suoi allievi, onde offrire una testimonianza diretta di ciò che è possibile fare con un po' di impegno e di creatività nell'ambito delle modellizzazioni matematiche, nonostante tutte le difficoltà e le carenze della struttura scolastica italiana. In effetti la "provocazione" è stata raccolta al di là delle mie aspettative da due classi del Liceo Scientifico di Perugia, la 5^AB e la 5^AH (insegnanti le Proff. C. Angiolini e F. Menconi). Così nel corso di questo convegno avremo modo di sentire dalla viva voce degli studenti una presentazione del lavoro che essi hanno fatto a partire da uno dei problemi da me proposti.

A questo punto mi sembra opportuno riportare integralmente la traccia che avevo redatto nel maggio '98. Farò seguire brevi cenni su come io stesso avrei affrontato i problemi proposti, usando solo strumenti matematici elementari, alla portata degli studenti di scuola secondaria. Va da sé che le mie "soluzioni" (ma sarebbe più appropriato dire: le mie "modellizzazioni") non sono le uniche possibili, né che pretendono di essere le migliori possibili.

1. LA TRACCIA

Fin dai primi anni della scuola elementare agli allievi vengono proposti problemi di matematizzazione del tipo seguente:

PROBLEMA 1. *La mamma compra 3 kg di mele. Sapendo che 1 kg di mele costa 1600 lire, quanto spende la mamma?*

Il procedimento risolutivo si basa su un ragionamento di proporzionalità diretta, per cui la risposta attesa è: 4800 lire.

Cosa cambierebbe nel problema precedente, se ne lasciassimo inalterata la struttura, modificando però l'ordine di grandezza della quantità di mele che la mamma intende comprare, per es. 30 kg?

Da un punto di vista strettamente matematico non cambierebbe nulla, ma ora lo schema della proporzionalità diretta sarebbe assai meno aderente alla situazione reale. Infatti probabilmente nessuna mamma acquisterebbe 30 kg di mele al dettaglio. Preferirebbe invece comprare da un grossista due cassette di mele da 15 kg ciascuna ad un prezzo inferiore. Ma a questo punto, per valutare la convenienza o meno dell'unico acquisto all'ingrosso rispetto ad una serie di acquisti al dettaglio, la modellizzazione matematica si complica. Oltre al nuovo prezzo della merce (mele più cassetta) entrano in gioco altri parametri. Per esempio occorre conoscere l'incidenza della tara (peso delle due cassette), le spese sostenute per recarsi in macchina al mercato rionale, nonché le eventuali spese

per il parcheggio. Se poi le mele non vengono consumate in un tempo ragionevolmente breve, vanno considerati almeno altri due fattori:

- la quantità di "scarto" dovuta al deterioramento di una parte delle mele;
- la variazione del prezzo delle mele al dettaglio, durante il periodo che va dal momento dell'acquisto all'ingrosso, fino al momento dell'esaurirsi della provvista.

Infine, se il problema si riferisce all'acquisto di una partita di 30.000 kg di mele da parte di un negoziante, non sarebbero più trascurabili ulteriori parametri, quali l'immobilizzo del capitale per l'acquisto dell'intera partita, le spese per l'immagazzinamento in celle frigorifere, ecc.

Ecco dunque che da un semplice problemino di scuola elementare si può passare a problemi via via più articolati e più realistici, ma pur sempre proponibili nella scuola dell'obbligo.

Naturalmente il valore formativo di un percorso didattico di questo tipo sta soprattutto in un coinvolgimento attivo degli allievi nelle varie fasi della matematizzazione e in particolare:

- nell'individuazione dei parametri ritenuti rilevanti;
- nell'elaborazione di una "formula" (o di un "diagramma di flusso" o di un "programma al calcolatore") che, a partire dai parametri presi in considerazione, consenta di risolvere il problema;
- nel reperimento di dati numerici (per quanto possibile realistici) onde rendere il problema più aderente alla realtà;
- in un riesame critico del procedimento seguito: per esempio andrebbe valutata la maggiore o minore incidenza di questo o quello dei parametri presi in considerazione, ai fini del risultato complessivo.

Le occasioni per proporre e analizzare situazioni suscettibili di modellizzazioni matematiche non mancano davvero, a tutti i livelli scolastici. Tanto per accennare ad un problema che si colloca in certo senso agli antipodi dei problemi di vita quotidiana, mi limito a citare il seguente:

PROBLEMA 2. *Stimare il numero complessivo degli atomi che formano l'intero universo (o meglio: la parte dell'universo da noi attualmente conosciuta).*

Spinto da curiosità personale, mi sono rivolto ad un collega fisico che mi ha fornito i dati sperimentali sui quali ho potuto poi basare i miei calcoli. Non anticipo il risultato perché conto di parlarne ad Orvieto, ma mi farebbe piacere poter confrontare in tale occasione la mia schematizzazione del problema con quelle proposte da parte di altri partecipanti al convegno, e soprattutto da parte di giovani studenti che vi si volessero cimentare.

Allo scopo di rendere per quanto possibile interattiva la mia relazione ad Orvieto, propongo qui di seguito altri due problemi, enunciati in termini intenzionalmente generici, che sono suscettibili di modellizzazioni matematiche elementari ma a mio avviso non prive di interesse. Spero vivamente -- lo ripeto -- che qualche studente o gruppo di studenti accolga la sfida, ci pensi su e mi mandi le sue riflessioni prima dell'inizio del convegno di Orvieto.

PROBLEMA 3. *Un giovane ventenne è abituato a fumare un pacchetto di sigarette al giorno. Decide improvvisamente di smettere di fumare e di mettere da parte giorno dopo giorno i soldi così risparmiati. A quanto ammonterà il suo capitale dopo 50 anni (ossia quando egli avrà raggiunto l'età di 70 anni)?*

Nota. Si tratta di individuare i principali parametri in gioco, attribuendo ad essi valori numerici ragionevoli, e di sviluppare i calcoli. Si tenga presente che "mettere da parte i soldi" non significa necessariamente "lasciarli sotto un mattone".

PROBLEMA 4. *E' ben noto che ci si abbronzia più velocemente per effetto dei raggi solari (ultravioletti) quando il sole è alto nel cielo, o quando ci si trova ad alta quota. E' possibile stimare l'intensità dei raggi solari (ultravioletti) a cui sarebbe esposto un astronauta che orbita al di fuori dell'atmosfera terrestre se non fosse opportunamente protetto dalla sua tuta, sulla base di opportune misure effettuate sulla terra, per esempio in una località balneare della Versilia?*

Nota. Quante e quali misure sarebbero necessarie? Si tenga presente che per affrontare il problema non occorre conoscere le unità di misura usate dai fisici per valutare l'intensità dei raggi solari. In questo problema si chiede solo di escogitare un metodo atto a confrontare l'intensità dei raggi solari misurabili al livello del mare con la loro intensità nello spazio, al di fuori dell'atmosfera terrestre.

La traccia si concludeva qui, con l'indicazione del mio recapito. Poiché nella traccia avevo già esemplificato alcune possibili modellizzazioni collegate al problema 1, passo a parlare ora dei problemi rimanenti.

2. MODELLIZZAZIONE DEL PROBLEMA 2 (NUMERO DI ATOMI DELL'UNIVERSO)

La stima che sto per proporre si basa su alcuni dati sperimentali che mi sono stati forniti dall'amico fisico di cui parlavo nella traccia, e che possono essere così sintetizzati:

- La materia che costituisce l'universo è formata in prevalenza da atomi di idrogeno.
- 1 grammo di idrogeno consta di circa $6 \cdot 10^{23}$ atomi (Numero di Avogadro)
- La massa del Sole è di circa $2 \cdot 10^{33}$ grammi
- In una galassia "normale" il numero delle stelle (mediamente assimilabili al Sole) è dell'ordine di grandezza 10^{11} di
- Si stima che nell'universo attualmente conosciuto il numero delle galassie sia dell'ordine di 10^{12} .

Quindi il numero complessivo di atomi presenti nell'intero universo (da noi conosciuto) può essere stimato in:

$$(6 \cdot 10^{23}) \cdot (2 \cdot 10^{33}) \cdot 10^{11} \cdot 10^{12}$$

Approssimando poi il prodotto $6 \cdot 2$ con 10, la stima diventa:

$$10^{1+23+33+11+12} = 10^{80}$$

Riferimento bibliografico: Per maggiori dettagli e commenti rinvio al mio articolo: *"Una lettura sempre attuale: L'Arenario di Archimede"*, pubblicato sulla rivista Archimede, 1996, pagg. 138-144.

Nota. Un metodo alternativo per calcolare il numero di atomi dell'universo poteva essere il seguente: Si parte sempre dalla stima del numero di atomi che costituiscono il Sole (vedi sopra); è noto che il Sole è l'unica stella nel raggio di 4 anni luce; si ipotizza che la distribuzione delle stelle nell'universo sia press'a poco uniforme, nel senso che "ammassi" stellari e zone quasi "vuote" si alternano ovunque nello spazio con una certa regolarità; in base a questa ipotesi, il numero complessivo delle stelle nell'universo sarà grosso modo pari al rapporto fra il volume di una sfera delle dimensioni dell'universo (raggio dell'ordine di grandezza di 12 miliardi di anni luce) e il volume della sfera con centro nel sole e raggio di 4 anni luce. Effettuando i calcoli, si giunge ad una stima un po' superiore per il numero degli atomi dell'universo: circa 10^{85} . La discordanza tra le due stime si spiega col fatto che

il Sole si trova in un ammasso stellare relativamente "denso" (la Via Lattea) mentre molte altre parti dell'universo sono ben più "vuote".

Commento. Ordini di grandezza del tipo 10^{80} o 10^{85} sfuggono alla nostra capacità di comprensione. In genere, se si chiede ad un interlocutore di stimare su base puramente intuitiva il numero degli atomi dell'universo, si ricevono risposte con ordini di grandezza enormemente sovrastimati, del tipo 10^{1000} , proprio per la difficoltà di attribuire un qualsiasi significato concreto a numeri tanto grandi.

3. MODELLIZZAZIONE DEL PROBLEMA 3 (RISPARMIO DEL FUMATORE PENTITO)

Prima di affrontare i calcoli, è opportuno premettere due precisazioni:

1. In ambito economico è praticamente impossibile fare previsioni attendibili su periodi così lunghi come quello ipotizzato nel problema. Quindi la soluzione (di tipo deterministico) che sto per proporre va considerata più come un'esercitazione matematica che non come una modellizzazione realistica del problema. L'approccio degli studenti del liceo scientifico di Perugia è stato più articolato, in quanto essi hanno preso in considerazione anche parametri aleatori.

2. Occorre distinguere fra crescita del capitale in termini puramente monetari (a quante lire ammonterà il capitale tra 50 anni) e crescita del capitale in termini di potere d'acquisto (che cosa si potrà comperare con quel capitale tra 50 anni). Comincerò col trattare il problema da un punto di vista puramente monetario. Le ipotesi semplificative (deterministiche) di partenza saranno:

- Risparmio annuo, al termine del primo anno: $K \approx 1800000$ lire
- Interesse del capitale investito: tasso fisso del 10% annuo.
- Inflazione stimata (supposta costante nel tempo): 3% annuo.

Si noti che in base all'ipotesi sull'inflazione, anche l'importo risparmiato annualmente aumenterà di anno in anno, sia pure solo in termini monetari, del 3%.

In definitiva, si ha a che fare con un problema di capitalizzazione composta, schematizzabile con una tabella del tipo:

Anno di riferimento	Risparmio di quell'anno	Importo risultante al 50-esimo anno
1°	K	$K \cdot 1,10^{49}$
2°	$K \cdot 1,03$	$K \cdot 1,03 \cdot 1,10^{48}$
...		
49°	$K \cdot 1,03^{48}$	$K \cdot 1,03^{48} \cdot 1,10$
50°	$K \cdot 1,03^{49}$	$K \cdot 1,03^{49}$

La somma dei 50 addendi dell'ultima colonna dà l'ammontare complessivo del capitale, comprensivo degli interessi maturati al termine dei 50 anni (ho evitato di usare il termine tecnico "montante", in quanto si tratta di una parola poco usata nel linguaggio corrente). Tale somma è esprimibile con la formula:

$$\begin{aligned}
& K \cdot \sum_{i=0}^{49} 1,03^i \cdot 1,10^{49-i} = \\
& = K \cdot 1,10^{49} \cdot \sum_{i=0}^{49} \left(\frac{1,03}{1,10} \right)^i = \\
& = K \cdot 1,10^{49} \cdot \frac{1 - \left(\frac{1,03}{1,10} \right)^{50}}{1 - \frac{1,03}{1,10}}.
\end{aligned}$$

Infine, sostituendo i valori numerici e arrotondando opportunamente i fattori, risulta che in termini monetari il capitale, comprensivo degli interessi, al termine del cinquantesimo anno ammonterà a circa:

$$1800000 \cdot 107,15 \approx 2890000000 \text{ (lire).}$$

Quanto al potere d'acquisto reale, tenuto conto dell'ipotesi che la moneta si deprezzi mediamente del 3% annuo, occorre però dividere l'importo ora calcolato per $1,03^{50}$, col che si ottiene un importo più ridotto: circa 660000000 di lire, intese "col potere d'acquisto di oggi".

Commento. Al di là della formulazione quasi scherzosa del problema e della difficoltà di fare previsioni a lungo termine, una schematizzazione analoga può essere utile per rendersi conto della maggiore o minore convenienza (o non convenienza) di stipulare in età giovanile un contratto con una società di assicurazioni, nella prospettiva di poter disporre a settant'anni di un determinato gruzzolo o di una pensione integrativa.

MODELLIZZAZIONE DEL PROBLEMA 4 (INTENSITA' DEI RAGGI SOLARI AL DI FUORI DELL'ATMOSFERA)

Per semplicità possiamo supporre l'atmosfera formata da un unico strato orizzontale omogeneo di spessore h . Per una schematizzazione più realistica occorrerebbe considerare piuttosto una serie di strati tra loro disomogenei, ma al fine di quanto segue ciò è irrilevante.

Alle nostre latitudini, il sole non si trova mai allo zenith, ma nelle ore centrali delle giornate estive la sua altezza sull'orizzonte raggiunge e supera i 60° . Supponiamo quindi di misurare -- standocene tranquillamente nella nostra località al livello del mare -- l'intensità dei raggi solari (di un determinato tipo di radiazione, per esempio: raggi ultravioletti) quando il sole si trova proprio a 60° di altezza. Allora il percorso dei raggi solari entro lo strato dell'atmosfera (di spessore h) fino a giungere al livello del mare, avrà lunghezza $h/\sin 60^\circ$.

Quanto più il sole è basso sull'orizzonte, tanto maggiore è la lunghezza del percorso dei raggi solari entro l'atmosfera per giungere al livello del mare. Un semplice calcolo di trigonometria consente di stabilire che quando l'altezza del sole è di circa $25^\circ 40'$ sull'orizzonte, il percorso dei raggi solari entro l'atmosfera ha lunghezza doppia rispetto al caso di 60° . Supponiamo ora di misurare l'intensità dei raggi solari (dello stesso tipo, e nelle stesse condizioni di limpidezza dell'atmosfera) nel momento in cui il sole si trova in questa nuova posizione (ossia a $25^\circ 40'$ sull'orizzonte).

Introduciamo le seguenti notazioni:

I_0 = intensità dei raggi solari al di fuori dell'atmosfera

I_1 = intensità dei raggi solari col sole a 60°

I_2 = intensità dei raggi solari col sole a $25^\circ 40'$.

Chiaramente I_0 è la nostra incognita, mentre I_1 e I_2 sono quantità note, nel senso che possono essere misurate senza spostarci dal nostro punto di osservazione. Introduciamo infine un'incognita ausiliaria m , ponendo:

$$(*) \quad I_1 = m I_0.$$

Potremmo chiamare m il "fattore di attenuazione dell'intensità dei raggi solari" per effetto dell'atmosfera, quando il sole è a 60° .

Immaginiamo ora di suddividere il percorso di lunghezza doppia (quello che i raggi solari devono compiere nell'atmosfera quando il sole è a $25^\circ 40'$) in due tratti uguali, ciascuno dei quali avrà dunque lunghezza pari a quella dell'intero percorso col sole a 60° . Nel primo tratto l'intensità I_0 si ridurrà pertanto secondo il fattore moltiplicativo m (passando da I_0 "in entrata" ad I_1 "in uscita"); nel secondo tratto l'intensità "in entrata" (che ora sarà I_1) si ridurrà ulteriormente secondo lo stesso fattore moltiplicativo m (passando da I_1 "in entrata" ad I_2 "in uscita". In formule, quando il sole è a $25^\circ 40'$:

$$(**) \quad I_2 = m I_1 = m^2 I_0.$$

Dividendo membro a membro (**) per (*) ne segue:

$$(***) \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{m^2 I_0}{m I_0} = m$$

Infine, risolvendo (**) rispetto ad I_0 e sostituendovi l'espressione di m data dalla (***) si ottiene:

$$I_0 = \frac{I_1}{m} = \frac{I_1^2}{I_2}$$

Commento. Non dispongo di rilevamenti sperimentali per le intensità I_1 e I_2 . Quindi non sono in grado di dedurre il valore numerico del fattore di attenuazione m . Una stima molto grossolana mi induce a congetturare che, per i raggi ultravioletti, I_2 potrebbe essere circa un decimo di I_1 . In tal caso l'intensità I_0 degli stessi raggi al di fuori dell'atmosfera risulterebbe circa dieci volte superiore all'intensità I_1 misurata al livello del mare quando il sole si trova ad un'altezza di 60° sull'orizzonte.

5. RIFLESSIONI FINALI

Pur essendo io un convinto fautore dell'inserimento di esempi di modellizzazioni nell'insegnamento-apprendimento della matematica a tutti i livelli scolastici, devo riconoscere che questo approccio può comportare delle difficoltà. Mi sembra quindi opportuno concludere questa relazione elencando, sia pure in forma schematica, quelli che a mio avviso sono i principali "pro" e "contro" di un percorso didattico basato su attività di modellizzazione.

"PRO". Le attività di modellizzazione matematica:

- Interessano e coinvolgono gli allievi in misura notevolmente superiore alle trattazioni teoriche slegate dalle loro possibili applicazioni.
- Promuovono una partecipazione attiva degli allievi nella ricerca di dati mancanti, nella costruzione di una pluralità di possibili modelli, nell'interpretazione dei risultati ottenuti.

-- Fanno toccare con mano l'utilità concettuale (prima ancora che strumentale) della matematica, intesa come un potente mezzo di indagine che ci consente di allargare il campo delle nostre conoscenze nel tempo e nello spazio.

-- Favoriscono i collegamenti interdisciplinari.

-- Stimolano allievi e docenti ad affrontare il "rischio" connotato con l'esame di situazioni di cui non c'è o non si conosce ancora "la risposta giusta".

"CONTRO". Le attività di modellizzazione matematica:

-- Richiedono molto tempo.

-- Rischiano di essere frammentarie.

-- Presuppongono una buona conoscenza del contesto entro il quale si situa il problema da modellizzare (e il farsi carico di ciò non può essere demandato per intero al docente di matematica).

-- Presuppongono una buona conoscenza preventiva di una pluralità di strumenti matematici, tra i quali scegliere quelli più adatti ad una matematizzazione del problema specifico in esame.

-- Possono far sorgere difficoltà all'atto di valutare i contributi dei singoli allievi ad un progetto collettivo.

Probabilmente, come spesso accade quando si confrontano tesi contrapposte, il giusto punto di equilibrio sta nel mezzo: le modellizzazioni matematiche rappresentano una componente importante, ma non l'unica, da tenere presente nell'insegnamento-apprendimento della nostra disciplina.

Gianni Zanarini - Dipartimento di Fisica dell'Università di Bologna

La scienza come impresa ermeneutica

Abstract

Il presente lavoro esamina il significato, per l'immagine della scienza, due rivoluzioni concettuali del nostro secolo: l'affermarsi del costruttivismo radicale e la crisi del riduzionismo legata allo studio dei sistemi complessi. La scienza appare sempre più chiaramente come un insieme di saperi irriducibili l'uno all'altro, ciascuno dei quali dipende dai punti di vista e dalle scale spazio-temporali adottate. [In questa prospettiva la conoscenza scientifica è la descrizione del mondo da un punto di vista interno ad una specifica disciplina, in corrispondenza di una particolare scelta del livello di aggregazione spazio-temporale.

La circolarità tra livelli diversi, che caratterizza la descrizione dei sistemi complessi, viene poi interpretata come circolo ermeneutico nell'incontro con il testo complesso della natura, rivisitando la celebre metafora galileiana alla luce dell'ermeneutica del novecento.

Le riflessioni conclusive riguardano le implicazioni dell'approccio proposto per una formazione scientifica che valorizzi sia la dimensione pratica, sia la dimensione poetica della scienza.

Introduzione

La riflessione epistemologica del '900 ha interessato e a volte appassionato i grandi scienziati del nostro tempo, da Albert Einstein a Erwin Schrödinger: ma questa constatazione non deve portarci fuori strada. I ricercatori di tutti i giorni, come gli uomini e le donne di tutti i giorni, seguitano a investire la scienza di aspettative grandiose: quella di guardare il mondo dall'alto di un vertice oggettivo e assoluto; quella di dominare il mondo stesso, riducendolo a concatenazioni lineari di cause ed effetti.

L'ansia di conoscere esprime, come sempre, il bisogno di dare senso al mondo e alla propria esperienza di vita. Ma l'appassionata ricerca di senso sulle vie della scienza, se effettuata in questa prospettiva assolutizzante e linearizzante, sbocca inevitabilmente nell'assenza di senso: il non senso del determinismo assoluto, ovvero il non senso dei casuali incontri tra atomi e molecole, o ancora il non senso di una esasperata manipolazione di formule e simboli, in una sorta di alienato gioco di carte.¹

A volte, quasi a difendersi da questi problemi, è un utilitarismo leggero e compiaciuto della propria precarietà a esprimersi nelle parole degli scienziati: la scienza viene allora presentata come pura collezione di modelli utili, che verranno cambiati quando non serviranno più. Ma è veramente inevitabile la scelta tra questi due estremi, ambedue così poveri di contenuto umano? Non è possibile trovare una strada che, elaborando il lutto dell'onnipotenza conoscitiva, riesca a valorizzare, insieme, l'aspetto pratico e quello poetico della scienza? che trasformi la formazione scientifica non in una pura e semplice scuola di riduzione al semplice ma, nello stesso tempo, insegni a riconoscere e valorizzare la complessità? che aiuti a riflettere anche su quello che la scienza ci dice degli uomini e delle donne che la fanno?

Il testo che segue ripercorrerà, innanzitutto, il significato e l'importanza, per l'immagine della scienza, di alcune rivoluzioni concettuali del nostro secolo. Si soffermerà poi sulle implicazioni formative dell'immagine della scienza che da tali rivoluzioni sembra emergere.²

Il costruttivismo radicale

Una delle più importanti rivoluzioni epistemologiche del nostro secolo riguarda l'oggettività della conoscenza scientifica. L'immagine della scienza prevalente nei secoli passati (ma molto diffusa ancora oggi, tra gli scienziati come e forse più che tra le persone comuni) era quella di una attività volta alla scoperta delle grandi verità della natura: verità che, dunque, sono indipendenti dal fatto che sia l'uomo a scoprirle. Al contrario, la riflessione filosofica del '900 ha sottolineato sempre più chiaramente (pur senza giungere a negare l'esistenza di una realtà in sé) che la scienza, come tutte le attività umane, è una costruzione, che dipende in modo essenziale dal fatto che sia l'uomo, appunto, a costruirla. Con questa riflessione, con il dubbio radicale da cui la riflessione stessa parte, si è giunti ad un punto di svolta irreversibile. Ormai un sospetto si è insinuato nella immagine semplice e rassicurante secondo cui la conoscenza non è che un riflesso del mondo così come esso è.

Questa problematicità del rapporto tra scienza e mondo viene da lontano. Senza sviluppare una analisi storica sistematica, limitiamoci a ricordare che essa è già adombrata nelle posizioni degli scienziati della seconda metà dell'ottocento (influenzati a loro volta, attraverso Maxwell, dall'empirismo inglese). Soprattutto in Ludwig Boltzmann è ben presente il concetto di «modello», inteso come costruzione ipotetica e perfezionabile. Egli addirittura, giunge ad ammettere la legittimità di modelli diversi e reciprocamente irriducibili per rendere conto di proprietà differenti dei sistemi fisici.³ Ma è Ernst Mach, con il suo caratteristico stile netto e deciso, a mettere definitivamente in crisi l'immagine della scienza come svelamento della struttura nascosta del mondo, sottolineando il carattere metaforico del concetto di «legge naturale».⁴

«Le leggi di natura [...] sono un prodotto del nostro bisogno psicologico di orientarci nella natura, di non assumere una posizione di estraneità e di disordine di fronte ai suoi processi [...]: sono limitazioni che prescriviamo, guidati dall'esperienza, alle nostre aspettative».⁵

Come è noto, il compito che Mach assegna allo scienziato è quello di determinare relazioni funzionali che esprimano regolarità osservative; queste relazioni funzionali sono formulate in linguaggio matematico, e descrivono l'oggettività delle relazioni tra fatti osservabili, anziché esprimere leggi nascoste del mondo. C'è comunque una buona dose di oggettività nell'immagine del mondo che traspare dalle affermazioni di Mach: i fatti sono lì, davanti a noi, incontestabili, evidenti. E soltanto la elaborazione di questi fatti che non è insita nel mondo, ma appartiene all'uomo.

Ma anche la posizione di Mach relativa all'oggettività dei fatti è stata profondamente rivista dall'epistemologia del novecento. Mentre, secondo Mach, i concetti della fisica costituiscono una fedele descrizione dei fatti dell'esperienza, la prospettiva «costruttivista»⁶ sottolinea che anche i presupposti teorici contribuiscono a determinare che cosa, in un certo contesto, si possa legittimamente considerare come «fatto». La parola «teoria» va intesa qui in senso lato: si può intendere, cioè, per teoria anche una immagine intuitiva e non verbale del mondo. In questo senso, si può dire allora, ad esempio, che un neonato non vede non perché gli organi della vista non siano sufficientemente sviluppati, ma piuttosto perché ancora non sa che cosa vedere. Non si può vedere se non si sa che cosa vedere, se non si ha una teoria sul mondo.⁷ Questo è vero anche in ambito scientifico. Pensiamo, ad esempio, all'immediatezza con cui Galileo interpretò la frastagliata linea di separazione tra la regione Oscura e quella illuminata della luna: immediatezza sconosciuta invece a Thomas Hariot, che non aveva avuto accesso, come Galileo, allo studio della pittura.⁸

Secondo una nota espressione, dunque, i fatti sono «carichi di teoria»⁹, perché sono descritti con un linguaggio che è inevitabilmente un precipitato storico di teorie sul mondo:

perché, addirittura, sono costruiti per mezzo del vocabolario di una particolare teoria scientifica.

L'attività scientifica consiste in gran parte nel selezionare i fatti, nell'eliminare quelli che non sono ritenuti pertinenti, addirittura, potremmo dire, nel "creare" nuovi fatti attraverso sofisticate domande poste alla natura. Queste operazioni hanno il loro luogo elettivo nel laboratorio, dove sono per l'appunto le teorie a indicare il modo di "sezionare" la realtà. E, così facendo, si costruiscono, per così dire, i fatti.

Una tale posizione epistemologica è ben più radicale di quella di Mach, che pure ha messo in discussione il concetto di legge naturale. La prospettiva, infatti, appare in una certa misura rovesciata: sono la rilevanza e il significato dei fatti a richiedere uno sguardo teorico preliminare per poter essere costruiti.

Queste affermazioni possono suscitare una certa giustificata perplessità. Possibile che i fatti si lascino sempre e comunque ingabbiare dalle nostre teorie, siano esse le teorie della scienza o quelle del senso comune? Possibile che si lascino sempre catturare dalle «reti che gettiamo per conoscere il mondo», come direbbe Karl Popper? Evidentemente no; però la realtà, inafferrabile e misteriosa, non confermerà mai una nostra teoria; al più potrà smentirla, resisterle, distruggerla.

Le teorie scientifiche, come afferma Edgar Morin,¹⁰ «instaurano un dialogo» col mondo, in sé inafferrabile, dei fenomeni. Ciò significa, come si è detto, che sono le teorie a costruire i fatti; significa però anche che questi ultimi possono fornire il loro sostegno, e soprattutto possono manifestare la propria irriducibilità alle teorie, all'interno del «dialogo» con esse: un dialogo assai più stretto di quanto possa apparire dall'immagine di Watzlawick, e soprattutto un dialogo circolare. Tornando all'esempio di prima: non si può vedere se non si sa che cosa vedere; ma anche: non si può sapere che cosa vedere se non si vede. Si tratta di una circolarità non viziosa, di una circolarità costruttiva. Si potrebbe addirittura dire che questa circolarità è una delle caratteristiche importanti del pensiero contemporaneo, e anche uno dei concetti centrali per comprendere l'attività scientifica.

In questa prospettiva, in questo dialogo circolare dello scienziato con la realtà, che cosa diventa l'oggettività della scienza, quell'oggettività che è generalmente ritenuta per l'appunto una caratteristica fonda mentale della scienza stessa? Essa si può considerare come il risultato mai definitivo di un processo ininterrotto di confronti, di conflitti e di convergenze tra scienziati che a loro volta sono impegnati nel dialogo con la realtà. In una relazione di circolarità del secondo ordine, è dunque il consenso degli scienziati a produrre quell'oggettività che, a sua volta, costituisce la base per il consenso scientifico.¹¹ Ancora una volta: non si tratta di un circolo vizioso, ma di un circolo costruttivo.

Irriducibilità e complessità

Ma un altro tarlo rode la scienza. Una immagine tradizionale del sapere scientifico lo concepisce come una struttura piramidale, nella quale ogni sapere disciplinare complesso si appoggia su altri saperi più elementari, più fondamentali. Così, ad esempio, la biologia si fonda sulla chimica, la quale a sua volta si fonda sulla fisica, scienza dei "mattoni elementari dell'universo. Questa concezione, però, è diventata problematica per ragioni diverse, che meritano di venire brevemente richiamate.

Innanzitutto, è sempre più difficile vedere la fisica come scienza dei componenti fondamentali della realtà dopo che la fisica delle particelle elementari ci ha proposto un mondo di complessità straordinaria, nel quale il concetto stesso di oggetto è sfuggente, evanescente.¹² Ciò ha fatto entrare in crisi l'immagine del mondo come una realtà complessa costruita a partire da elementi semplici: o meglio, ha mostrato la caratteristica metascientifica di tale assunto. Poi, il progetto riduzionista (ad esempio di riduzione della chimica alla

fisica) ha permesso delle incursioni limitate di una scienza nell'altra, tali da scalfire soltanto la specificità delle singole discipline.

Ma l'irriducibilità di principio dell'oggetto di una scienza ad un'altra dipende principalmente dal fatto che (in una prospettiva costruttivista) non è la realtà in sé a possedere caratteristiche fisiche, chimiche, biologiche: sono piuttosto i diversi approcci conoscitivi a "costruire", teoricamente e operativamente, tali caratteristiche.¹³

Pensiamo ad esempio ai concetti della biologia (funzione, specie, evoluzione, ecc.): essi sono irriducibili all'universo concettuale della chimica, non hanno alcun significato all'interno di essa, non sono ricavabili per aggregazione da componenti più elementari. E anche quando si fondano nuove scienze per studiare l'articolazione tra livelli diversi (pensiamo in particolare alla biochimica), si creano nuove articolazioni, per le quali si pone lo stesso problema di irriducibilità. Come afferma efficacemente Henri Atlan, ciò che caratterizza ciascun «livello» di descrizione della realtà è "l'organizzazione di quel livello descritta nel suo proprio linguaggio".¹⁴

Questi rapidi accenni ci suggeriscono una ipotesi radicale: la scienza è una costellazione di saperi irriducibili l'uno all'altro; ciascuno di essi dipende criticamente dai punti di vista e dalle scale spazio-temporali adottate. In questa prospettiva, la conoscenza scientifica non è il prodotto di un punto di vista assoluto, che trascende l'orizzonte umano, ma è piuttosto una raccolta di descrizioni del mondo sviluppate da punti di vista interni a singole discipline, nel quadro di certi linguaggi. In corrispondenza di particolari scelte del livello di aggregazione spazio-temporale: scelte che creano i propri oggetti, e l'universo delle loro interazioni. E, cambiando livello di descrizione, può capitare di incontrare una rivoluzione concettuale. Ad esempio, ad un certo livello è adeguato pensare in termini di oggetti elementari che interagiscono mantenendo la loro identità; ad un altro livello, invece, gli oggetti possono divenire sfuggenti e immateriali.

Leggiamo quello che poeticamente ci suggerisce Italo Calvino in Palomar.

«Il signor Palomar è 'In piedi sulla riva e guarda un'onda. [...]Non sono "le onde" che lui intende guardare, ma un'onda singola e basta. Il signor

Palomar vede spuntare un'onda in lontananza, crescere, avvicinarsi, cambiare di forma e di colore, avvolgersi su se stessa, rompersi, svanire, rifluire. A questo punto, potrebbe convincersi d'aver portato a termine l'operazione che s'era proposto e andarsene. Però isolare un'onda separandola dall'onda che immediatamente la segue e pare la sospinga e talora la raggiunge e travolge, è molto difficile; così come separarla dall'onda che la precede e che sembra trascinarsela dietro verso la riva, salvo poi magari voltarglisi contro come per fermarla».

E così via, in un testo assai lucido e godibile. Le domande implicite nella ricerca del signor Palomar sono anche le nostre: quali sono gli oggetti elementari di questo livello di descrizione del mondo? La sua organizzazione è analoga a quella del livello delle molecole? Una descrizione completamente esatta è possibile al livello delle onde senza descrivere contemporaneamente l'intero universo, come una grande, una immensa onda? Quali sono le domande che hanno senso a questo livello? E ancora: si tratta di domande che colgono l'essenza del mondo ovvero di domande pertinenti unicamente ad una particolare descrizione del mondo delimitata da una specifica scelta di variabili, concetti, scale spazio-temporali?

Ma osserviamo ora le onde del signor Palomar nella prospettiva di una riflessione sulla irriducibilità delle descrizioni a livelli diversi. Possiamo dire che le onde sono fatte di molecole d'acqua, ma il moto delle molecole d'acqua avviene per l'appunto seguendo la forma delle onde e le onde seguono e insieme costruiscono la struttura del mare ondulato. Ci troviamo dunque di fronte ad una sorta di circolarità tra livelli di descrizione che il nostro sforzo di semplificazione ambirebbe ridurre a una relazione unidirezionale. Questo problema è ancora più evidente nella schematizzazione degli organismi come strutture orga-

nizzate in sottosistemi e livelli diversi, che appaiono però intrecciati tra loro in maniera inestricabile, sfidando ogni semplificazione. Il fatto è, come suggerisce ancora una volta Henri Atlan, che le nostre semplificazioni sono ottenute attraverso una semplicistica assimilazione delle organizzazioni naturali a quelle dei sistemi artificiali, che concepiamo e costruiamo in maniera non ambigua.

L'attenzione che una parte della scienza contemporanea porta ai sistemi complessi suggerisce appunto l'opportunità di considerare questa circolarità tra livelli come essenziale. Ma, per quello che si è detto fin qui, si tratta di livelli di descrizione, e non di livelli di realtà, per cui si può concludere che le descrizioni del mondo che costruiamo per cercare di comprenderlo sono, nello stesso tempo, irriducibili e connesse tra loro da una circolarità costitutiva. Una circolarità che, sorprendentemente, assomiglia molto a quella che ci si presenta quando cerchiamo di comprendere un testo.

Pensiamo infatti a una frase qualunque, ossia a un enunciato linguistico. Che cosa viene prima, che cosa è più fondamentale, in termini di significato, nella frase stessa? Le singole parole ovvero l'enunciato nella sua globalità?

Cercando di rispondere a questa domanda, vediamo immediatamente che risulta problematico individuare una struttura gerarchica corrispondente ad una causalità lineare. Le parole, infatti, hanno un loro significato autonomo (o meglio, una molteplicità di significati possibili), ma acquistano un senso preciso, relativamente stabilizzato, soltanto nell'ambito della frase, in funzione del suo significato globale. Ma la frase, a sua volta, è costituita di parole: altrettanto legittimo, dunque, è dire che quella prende significato da queste, e non viceversa. Lo stesso vale per il rapporto tra la frase e l'eventuale testo complessivo di cui la frase fa parte, tra tale testo e il suo contesto. In una prospettiva semantica, dunque, non si può definire fondamentale né il livello corrispondente ai "mattoni" che costituiscono l'"edificio" complessivo, né (per restare nella metafora) il livello corrispondente al "progetto" dell'edificio stesso.

Incontriamo così, ancora una volta, la relazione circolare come processo creativo fondamentale nell'ambito stesso del pensiero, che inevitabilmente lo proietta sul mondo.

Un punto di vista finito

Tutti conoscono la meravigliosa metafora di Galileo:

"La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi agli occhi (io dico l'universo) ... Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri sono triangoli cerchi e altre figure geometriche..."

Il grande scienziato assimila dunque il mondo a un testo, e la scienza a un'operazione di lettura. Credo che mai sia stata espressa in modo più efficace non tanto l'essenza del mondo quanto l'ansia di conoscere, di rintracciare significati e verità, di decifrare il mistero del mondo aprendo il libro e leggendo i suoi riposti segreti. Ma, come figli del '900, possiamo leggere questo libro senza tenere conto dell'ermeneutica, appunto, del '900?

La prospettiva ermeneutica di Galileo suppone che esista il significato "vero" del testo e che (ancora più importante!) tale significato sia attingibile da parte dell'uomo: lo scopo dell'interpretazione è allora quello di svelarlo definitivamente.

Ma per l'ermeneutica contemporanea il significato di un testo è quello che si costruisce nella relazione tra testo e lettore: una relazione nella quale anche i limiti, la finitezza, le caratteristiche del lettore sono elementi costitutivi dell'interpretazione. In questa prospettiva,¹⁵ il significato viene inventato, piuttosto che scoperto: «non c'è un punto archimedeo al di fuori del linguaggio e della tradizione per il quale le interpretazioni divengano 4 oggettive o assolutamente autorevoli in qualche altro modo».¹⁶ La verità, dunque, è una costruzione che si colloca all'interno del «circolo ermeneutico» tra testo e lettore, che a sua volta si colloca all'interno di un'altra circolarità, quella tra lettori dello stesso testo.

L'immagine della scienza come ermeneutica del «testo della natura»¹⁷ sembra dunque suggerire di assumere un punto di vista che chiamerei "radicalmente finito", senza cercare di nuovo quell'oggettività della scienza che trova la sua legittimazione soltanto all'interno di una prospettiva profondamente diversa da quella dell'ermeneutica del '900.

Dunque, la circolarità ermeneutica ci appare come la circolarità più fondamentale tra tutte quelle precedentemente introdotte: quella che si declina anche come circolarità tra teorie e fatti, e che fa da sfondo alla circolarità tra letture parziali del mondo a livelli diversi.

La prospettiva ermeneutica si colloca all'interno di un punto di vista radicalmente finito, perché non sarà mai possibile affermare che una interpretazione del mondo è, definitivamente, l'interpretazione vera. Ma c'è un altro motivo per assumere un punto di vista radicalmente finito: e questa volta è un motivo che non ha a che fare con la metafora della lettura di un testo ma, direttamente, con l'osservazione e la conoscenza del mondo. Infatti, noi facciamo parte del mondo: attraverso di noi il mondo, per così dire, guarda se stesso, ma non può trascendersi; guarda se stesso dal di dentro, e non dal di sopra. La conoscenza, dunque, si struttura nella relazione col mondo, e non può prescindere dal soggetto umano che la costruisce. Nemmeno il soggetto, d'altronde, esiste al di fuori di questa relazione, nella quale egli si costruisce.

Questo punto è sviluppato molto bene, ancora una volta, da Calvino, attraverso il personaggio di Palomar.

«Ma come si fa a guardare qualcosa lasciando da parte l'io? Di chi sono gli occhi che guardano? Di solito si pensa che l'io sia uno che sta affacciato ai propri occhi al davanzale di una finestra e guarda il mondo che si distende in tutta la sua vastità lì davanti a lui. Dunque: c'è una finestra che s'affaccia sul mondo. Di là c'è il mondo; e di qua? Sempre il mondo: cos'altro volete che ci sia? Con un piccolo sforzo di concentrazione Palomar riesce a spostare il mondo di lì davanti e a sistemarlo affacciato al davanzale. Allora, fuori della finestra, cosa rimane? Il mondo anche lì, che per l'occasione s'è sdoppiato in mondo che guarda e mondo che è guardato. E lui, detto anche «io», cioè il signor Palomar? Non è anche lui un pezzo di mondo che sta guardando un altro pezzo di mondo? Oppure, dato che c'è mondo di qua e mondo di là della finestra, forse l'io non è altro che la finestra attraverso cui il mondo guarda il mondo. Per guardare se stesso il mondo ha bisogno degli occhi (e degli occhiali) del signor Palomar.»¹⁸

Ma, si potrebbe aggiungere, costruendo l'immagine del mondo il signor Palomar costruisce anche se stesso, e l'immagine del mondo che Palomar costruisce ci dice molto di Palomar stesso: delle sue ambizioni, delle sue paure, delle sue illusioni.

Riflessioni sulla nuova immagine della scienza

Che cosa diventa la scienza in questa prospettiva? Non c'è bisogno di fondare l'importanza della scienza stessa sull'ipotesi della conoscibilità, da parte dell'uomo, del mondo come esso è: è sufficiente e adeguato assumere, come suo principale motore e insieme come sua giustificazione, il desiderio di ridurre le sofferenze umane.¹⁹ In questa prospettiva, la ricerca appare in una luce forse più modesta e "pratica" rispetto alle visioni epiche della modernità: essa rinuncia infatti alla conoscenza della realtà "in sé", e insieme con essa alla soluzione definitiva dei grandi problemi filosofici: ma incontra più da vicino l'uomo, la sua sofferenza, il suo bisogno di significato: il bisogno di un'altra verità rispetto ad una fredda e lontana verità del mondo. Si tratterà della verità umana di sofferenza e di speranza che spinge al dialogo ermeneutico col mondo.

Ma accanto alla funzione "pratica", è importante valorizzare la funzione "poetica" della scienza: la sua funzione, cioè di creazione e contemplazione di bellezza. E' una esperienza frequente e intensa quella di restare stupiti e affascinati dalla bellezza, non soltanto di

un fenomeno naturale, ma anche di una teoria, di un risultato, di un modello:²⁰ fino al punto che grandi fisici come Paul Dirac hanno potuto proporre il criterio estetico come guida per la scelta di ipotesi scientifiche. E la contemplazione della bellezza è anch'essa una forma di conoscenza, che per troppo tempo è stata separata e addirittura contrapposta all'esperienza della conoscenza scientifica.

Uno dei rischi maggiori della scienza, accanto a quello di una eccessiva semplificazione, è quello di mortificare l'esperienza della bellezza e del mistero del mondo attraverso uno sforzo esasperato di spiegazione riduzionistica. Queste riflessioni epistemologiche di fine millennio ci aiutano, forse in modo inatteso, anche a mantenere vivo il fascino e l'enigma della bellezza.

Nella prospettiva della formazione, si tratta dunque di andare verso un insegnamento della scienza più aperto alla complessità del mondo e del nostro rapporto con esso,²¹ un rapporto che è nello stesso tempo di semplificazione modellistica e di incanto magico. E dal complesso, dall'intricato, dall'incomprensibile divenuto inavvertito che è opportuno partire, per proporre la scienza come sforzo dall'umanità per spiegare il mondo attraverso modelli necessariamente limitati e parziali.

C'è un aspetto paradossale della formazione scientifica, che costituisce nello stesso tempo uno degli elementi del suo fascino: essa è infatti una scuola di semplificazione per capire il mondo con l'aiuto della costruzione di mondi artificiali ma è anche (o almeno può essere), nello stesso tempo, scuola di complessità, nell'incontro con il mondo. Per questo, è necessario non dimenticare mai che i modelli sono metafore, «reti gettate sul mondo» per dargli significato; e, dunque, va sempre sottolineata, insieme con l'efficacia e il fascino dei modelli semplificanti, la complessità irriducibile del mondo.

Note

¹ Il riferimento è qui, ovviamente, a E. Husserl, "La crise de l'humanité européenne et la philosophie", *Revue de métaphysique et de morale* (1950), p. 225 e alle illuminanti riflessioni di P. Bertolini su questo stesso testo, nel suo *L'esistere pedagogico*. La Nuova Italia, Firenze, 1994, p. 21.

² Se anche non verrà citato esplicitamente, è chiaro che sullo sfondo di questa analisi è ben presente lo Husserl della *Crisi delle scienze europee*.

³ G. Zanarini, *Ludivig Boltzmann: una passione scientifica*, Cuen, Napoli, 1996.

⁴ G. Zanarini, "Legge e caso alle origini della fisica contemporanea", *La fisica nella Scuola*, XXVII (1994), p. 155-160.

⁵ E. Mach, *Erkenntnis und Irrtum: Skizzen Zur Psychologie der Forschung*, Leipzig, 1926 (trad. it. *Conoscenza ed Errore.- Abbozzi per una psicologia della ricerca*, Einaudi, Torino, 1982, p. 443).

⁶ Si veda a questo proposito E. Von Glasersfeld, "Introduzione al costruttivismo radicale", in R. Watzlawick (a cura di), *Die erfundene Wirklichkeit*, Piper München, 1981 (trad. it. *La realtà inventata*, Feltrinelli, Milano 1988).

⁷ A. Munari, *Il sapere ritrovato*, Guerini e Associati, Milano, 1993.

⁸ L'episodio è ricordato in G. Holton, "L'immaginazione nella scienza in L. Preti (a cura di), *Immagini e metafore nella scienza*, Laterza Bari, 1992.

⁹ N.R. Hanson, *Patterns of Discovery, in Inquiry into the Conceptual Foundations of Science*, Cambridge University Press. Cambridge, 1958 (trad. it. *I modelli della scoperta scientifica*, Feltrinelli, Milano 1978).

¹⁰ E. Morin, *Science avec conscience* Fayard, Paris, 1990.

¹¹ E. Morin, *Science avec conscience cit.*

¹² Si veda ad esempio E. Morin, *La connaissance de la connaissance* Seuil, Paris, 1987 (trad. it. *La conoscenza della conoscenza*, Feltrinelli, Milano, 1989).

¹³ In una prospettiva formativa, si veda a questo proposito R. Driver, "The Construction of Scientific Knowledge in School Classroom", in R. Uffiar (a cura di), *Doing Science: Images of Science in Science Education*, The Falmer Press, London, 1989.

¹⁴ H. Atlan, *A tort et à raison. Intercritique de la science et du mythe* Seuil, Paris. 1987 (trad. it. *A torto e a ragione. Intercritica tra scienza e mito*, Hopefulmonster, Firenze, 1989).

¹⁵ Per questi sviluppi dell'ermeneutica, è fondamentale il contributo di H.G. Gadamer. Si veda in particolare *Wahrheit und Methode*, Mohr, Tubingen, 1960 (trad. it. *Verità e metodo*, Bompiani, Milano, 1983).

¹⁶ M.A. Arbib, M.B. Hesse, *The Construction of Reality*, Cambridge University Press, Cambridge, 1986 (trad. it. *La costruzione della realtà*, Il Mulino, Bologna, 1992).

¹⁷ Per un ulteriore approfondimento di questa immagine della scienza, con riferimento anche all'evoluzione dell'ermeneutica, si veda M.A. Arbib, M.B. Hesse, *The Construction...* cit. Si veda anche A. Rebaglia, *Logos, interpretazione e microfisica*, Franco Angeli, Milano, 1991.

¹⁸ I. Calvino, Palomar, Einaudi, Torino, 1983, p. 116.

¹⁹ G. Zucchini, "Per l'epistemologia", *Rivista di Psicoanalisi*, 24 (1978), 199; "Ragione psicoanalitica tra logopatìa e patologia", *Rivista di Psicoanalisi*, 29 (1983), 81.

²⁰ G.O. Longo, "Matematica e arte: l'unità indicibile", *La Rivista dei Libri* (1994).

²¹ Interessanti riflessioni sulla formazione biologica come formazione alla complessità, che ben si possono estendere alle altre scienze, sono contenute in M. Arcà, "La biologia come approccio alla complessità", in A.V., *Il senso di fare scienze*, Bollati Boringhieri, Torino 1995, pp. 467-499.

Progetto SeT - idee e proposte per una discussione

Osservazioni e proposte

Gruppo SeT

c.a. dott. Marisa Cresci
prof. Giovanni Barbi

IRRSAE - Emilia Romagna
Via Ugo Bassi 7 - 40121 Bologna

Tel. 051227669 - Fax: 051269221

e-mail: giobarbi@studios.it (premettere **SeT** al soggetto)

Dopo aver letto il fascicolo "Idee e proposte per una discussione", che è stato distribuito il 3 aprile, in occasione del Convegno Nazionale di studio: *Progetto SeT - Matematica 2000*, vorrei esprimere le seguenti osservazioni:

Vorrei proporre i seguenti materiali:

- bibliografia ragionata: _____

- supporti audiovisivi: _____

- siti Internet: _____

- altri supporti (aule didattiche, musei, mostre) _____

- indirizzi di esperti: _____

- il parere di : _____

Altre osservazioni: _____

docente: _____ Materia insegnata: _____

Scuola: _____ Indirizzo Scuola: _____

Tel. _____ Fax: _____ e-mail: _____

(usare il retro della scheda per integrare le informazioni date)