

## Sommario

<i>I Progetti SeT provinciali</i> .....	4
<i>Il monitoraggio dei SeT provinciali</i> .....	8
<i>Laboratorio e pedagogia</i> .....	13
<i>Aria: ambiente di vita</i> .....	19
<i>I Progetti SeT nazionali</i> .....	22
<i>Linguaggi scientifici e Modellizzazione Matematica: due progetti SeT per la formazione degli insegnanti</i> .....	24
<i>L'insegnamento della statistica e della probabilità con le piccole tecnologie: le calcolatrici grafico-simboliche</i> .....	30
<i>Cielo! nascita, evoluzione e diffusione di un'esperienza</i> .....	34
<i>Il modello e la rappresentazione della realtà</i> .....	40
<i>Il progetto SeT e le sue evoluzioni e prospettive</i> .....	46
<i>Lo scaffale</i> .....	49

### Hanno collaborato alla realizzazione di questo fascicolo:

<i>Teresa Andena</i>	docente presso il Liceo "G.M. Colombini" di Piacenza
<i>Riccardo Barbero</i>	ricercatore presso l'IRRE del Piemonte
<i>Leopoldo Benacchio</i>	docente presso l'Istituto Nazionale di Astrofisica – Osservatorio Astro- nomico di Padova
<i>Enzo Cortesi</i>	docente presso il Liceo Scientifico Statale "Gregorio Ricci Curbastro" di Lugo (RA)
<i>Paola Fantini</i>	docente presso l'Istituto Comprensivo n. 3 "Lame" di Bologna
<i>Rossella Garuti</i>	docente presso la Scuola Media Italiana di Addis Abeba (Ethiopia) dal 2003, fino ad allora tecnico-ricercatore presso l'IRRE Emilia Romagna.
<i>Giuseppe Marucci</i>	Dirigente Tecnico MIUR-DGSI, Roma
<i>Giovanna Mistrello</i>	docente presso la Scuola media Statale "Vivaldi" di Padova
<i>Aurelia Orlandoni</i>	ricercatrice presso l'IRRE dell'Emilia Romagna
<i>Maria Grazia Pancaldi</i>	docente presso l'VIII Circolo didattico di Bologna
<i>Roberto Ricci</i>	docente presso l'ITCS "G. Salvemini" di Casalecchio (BO)
<i>Marisa Sasso</i>	docente presso il III Circolo Didattico di Treviso
<i>Maria Somenzi</i>	docente presso la Scuola media Statale "Bonati - De' Pisis" di Ferrara
<i>Angela Turricchia</i>	docente presso il Laboratorio per la Didattica del Planetario - Comune di Bologna
<i>Grazia Zini</i>	docente presso il Dipartimento di fisica, Università di Ferrara

### Premessa

Questo numero del nostro inserto è dedicato al Progetto SeT (Progetto Speciale per l'Educazione Scientifica e Tecnologica) promosso dal MIUR nel novembre del 1999 di durata quadriennale (1999-2002).

Lo scopo è sia fornire informazioni su quanto avvenuto in Regione sia dare un supporto alle scuole anche attraverso la descrizione di alcune esperienze direttamente redatte dagli insegnanti coinvolti. Non abbiamo la presunzione di avere individuato le migliori, ma solo alcune esperienze significative in cui ci siamo imbattuti nel lavoro di questi anni. Senz'altro in regione ne sono state sviluppate numerose altre che potrebbero costituire esemplificazioni utili per gli insegnanti. Questo fascicolo potrebbe essere uno stimolo alle scuole a segnalare *buone pratiche*, ad esempio, attraverso GOLD regionale, in modo da consentire agli insegnanti sia di attingere idee e materiali sia di costruire una rete di contatti sull'Educazione Scientifica e Tecnologica. Il problema dell'insegnamento delle discipline Scientifiche ci pare di particolare attualità anche in relazione al dibattito che si è aperto in conseguenza alla pubblicazione dei risultati del PISA 2003<sup>1</sup> in cui l'Italia non ha conseguito, nel suo insieme, risultati lusinghieri.

L'inserto è strutturato in tre sezioni:

1. I Progetti Set provinciali, le azioni dell'IRRE a supporto, il monitoraggio nazionale (2004) e la documentazione di due esperienze
2. I Progetti SeT nazionali (CM 131-2000) in regione con particolare riguardo a quelli coordinati da IRRE-ER e la documentazione di quattro esperienze
3. Le Prospettive

In conclusione l'inserto potrebbe essere utilizzato come una guida di riferimento per le scuole che individuino fra le loro priorità quella del miglioramento dell'Educazione Scientifica e Tecnologica, non certo un documento esaustivo, ma un documento da cui partire, trarre spunti e stimoli per il lavoro quotidiano.

---

<sup>1</sup> Per maggiori informazioni si veda all'indirizzo: <http://www.invalsi.it/ri2003/pisa2003/>

### I Progetti SeT provinciali

Aurelia Orlandoni

#### C.M. 270 Progetto SeT<sup>2</sup>

Nel novembre del 1999 il MIUR decise di promuovere azioni di sostegno all'Educazione Scientifica e Tecnologica nelle scuole con la circolare ministeriale 270.

La principale motivazione del progetto trae origine dalle carenze rilevate nella cultura scientifica e tecnologica dei cittadini evidenziate anche dai risultati scadenti dei nostri allievi nelle indagini nazionali e internazionali sul rendimento scolastico e nelle difficoltà che gli studenti trovavano negli studi universitari ad indirizzo scientifico e tecnologico.

Nel testo della circolare venivano evidenziati alcuni dei problemi principali legati alla formazione scolastica:

- *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.*

Il progetto si proponeva di agire sia sulla formazione degli insegnanti sia sull'apprendimento degli studenti fornendo suggerimenti e stimoli ad un insegnamento che ponesse al centro una visione unitaria di scienza e tecnologia e che si basasse sulla continua interazione fra elaborazione delle conoscenze e attività pratico-sperimentali assegnando al *laboratorio* un ruolo primario in questo processo chiarendo 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.*

Gli obiettivi indicati esplicitamente erano:

- migliorare l'organizzazione e la qualità dell'insegnamento scientifico-tecnologico
- migliorare la professionalità degli insegnanti
- migliorare la cultura scientifico-tecnologica degli studenti.

Alla luce di tali obiettivi le scuole di ogni provincia erano invitate a presentare ai Provveditorati progetti aventi le seguenti caratteristiche:

- la progettazione di almeno due unità di lavoro<sup>3</sup> relative alle tematiche indicate nell'appendice al documento di base, e la loro sperimentazione nel maggior numero di classi possibili;

<sup>2</sup> Il testo completo della Circolare è scaricabile dal sito del MIUR all'indirizzo: [http://www.istruzione.it/news/1999/cm270\\_99.shtml](http://www.istruzione.it/news/1999/cm270_99.shtml)

<sup>3</sup> Cosa si intende per Unità di Lavoro è dettagliatamente definito nella circolare

- la progettazione di attività di formazione dei docenti;
- l'acquisizione e la predisposizione di risorse sia permanenti sia necessarie alla realizzazione delle unità prescelte;
- la partecipazione ad alcune attività di collaborazione in rete e, in particolare, la fornitura delle informazioni richieste in fase di monitoraggio.

Per la realizzazione del Progetto SeT, di durata quadriennale 1999-2002, i Provveditorati dovevano selezionare le proposte delle scuole e assegnare un fondo medio di 14 milioni di Lire a Scuole Elementari, Medie, Istituti Superiori di istruzione liceale e artistica (di cui 10 da destinarsi all'acquisto di attrezzature e 4 alle attività di formazione) e un fondo medio di 4 milioni di Lire a Istituti Tecnici e Professionali destinati alla formazione degli insegnanti. La differenza derivava dal fatto che questi ultimi tipi di Istituti si trovavano in una situazione privilegiata per quanto riguardava la dotazione di attrezzature scientifico-tecnologiche.

Sempre all'interno della circolare venivano fornite indicazioni in merito alle aree tematiche che dovevano essere oggetto dei progetti delle scuole. Per ognuna di esse venivano fornite esplicitazioni e chiarimenti. Di seguito, allo scopo di far comprendere l'ampio spettro delle proposte, è indicato solo un elenco nominativo:

1. Processi di cambiamento e di trasformazione
2. Stabilità e instabilità dei sistemi
3. I linguaggi della Scienza e della Tecnologia
4. Struttura: forma e funzione
5. Misura, elaborazione e rappresentazione: strumenti e tecnologie per conoscere
6. I materiali
7. Energia: trasformazioni, impieghi, fonti primarie
8. Informazione e comunicazione
9. Microcosmo e macrocosmo
10. Dimostrazioni e modelli
11. Metodo matematico, metodo sperimentale, tecnologie
12. La scienza del vivere quotidiano
13. Tecnologie e vita
14. Ambiente e tecnologia
15. I grandi fenomeni naturali

Nello svolgimento del progetto SET sono riconoscibili due fasi: la prima (1999-00 e 2000-01) in cui vi è stata una gestione diretta da parte del Ministero dell'istruzione con finanziamenti finalizzati; la seconda (2001-02 e 2002-03) in cui il Ministero dell'Istruzione, in conseguenza dell'attuazione delle leggi relative all'autonomia scolastica, ha assegnato i fondi alle Direzioni degli USR (Uffici Scolastici Regionali) nell'ambito della legge 440, auspicando la continuazione dei finanziamenti dei progetti SET da parte dei CSA (ex Provveditorati). Risulta quindi chiaro che vi è stato un momento di discontinuità in quanto, a partire dall'a.s. 2001-02, non tutti gli USR e, quindi, non tutte le province, hanno deciso di proseguire le azioni previste nella circolare iniziale anche quando hanno comunque adottato azioni di sostegno all'Educazione Scientifica e Tecnologica.

### **Il Convegno "Progetto SeT: Matematica 2000"**

L'uscita della circolare ministeriale 270 ha creato subito soddisfazione e voglia di impegnarsi nelle persone che, da anni, si curavano di didattica delle materie scientifiche nei

diversi ordini di scuole. Inoltre il fatto di essere alle soglie dell'anno 2000, dichiarato dall'Unesco Anno Mondiale della Matematica, ha avuto il pregio di unificare due eventi e di favorire sinergie in grado di sollecitare il mondo della scuola ad impegnarsi nell'ambito indicato dalla circolare. In particolare Anna Maria Arpinati, tecnico IRRE impegnata nel supporto all'insegnamento della Matematica, costituì un gruppo di lavoro coinvolgendo tecnici IRRE, docenti di scuola e dell'Università per l'attuazione della circolare.

Di fronte ad un problema di così vasta portata, il gruppo di lavoro decise 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 gruppo 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.
- 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 sapendo (anche per oggettivi limiti di tempo) che questo era solo l'inizio di un cammino molto più lungo, con la consapevolezza che il cammino sarebbe diventato realmente fruttuoso ed utile alla comunità dei docenti, se fosse stata creata quella rete di scuole e istituzioni auspicata dalla circolare
- 4) Ha deciso di organizzare nel mese di aprile del 2000 il Convegno "Progetto SeT: Matematica 2000" nel corso del quale non solo si è fatto il punto in relazione ai temi più strettamente connessi con la Matematica, ma è stato presentato e distribuito un fascicolo che potesse fornire alle scuole e agli insegnanti un primo supporto<sup>4</sup>.

Ritengo che la maggior parte dei materiali raccolti siano ancora di grande attualità e possano fornire informazioni e supporti all'insegnamento delle discipline scientifiche al di là delle fasi di finanziamento del Progetto SeT ormai concluse. Infatti anche nella circolare era chiaro l'obiettivo di innovare in modo permanente l'insegnamento in ambito tecnico-scientifico, nel senso dell'utilizzo del *laboratorio* (nell'accezione riportata precedentemente) come prassi quotidiana e non più come esperienza sporadica o riservata solo a particolari esperienze di "eccellenza".

Vorrei ricordare solo due delle sezioni presenti nel fascicolo:

- La sezione dedicata ai temi proposti dalla circolare, per ognuno dei quali sono presenti indicazioni bibliografiche commentate e suddivise per ordine di scuola. Di ognuno de-

<sup>4</sup> Il Fascicolo *Progetto SeT: Matematica 2000*, è scaricabile dal sito FARDICONTO, all'indirizzo: <http://www.fardiconto.it/set/index.htm>

gli articoli citati esiste copia cartacea disponibile per gli interessati presso IRRE Emilia Romagna.

- La sezione che raccoglie tre articoli che abbiamo ritenuto significativi ed emblematici: Perché la chimica è difficile di Paolo Mirone, Modellizzazioni matematiche: dal conto della spesa alla dimensione dell'universo di Vinicio Villani (già pubblicato sul Notiziario dell'UMI n. 10 ottobre 1999), La scienza come impresa ermeneutica di Gianni Zanarini, che affrontano temi ancora molto attuali fornendo stimoli e spunti di riflessione importanti.

### I Progetti SeT provinciali in Emilia Romagna<sup>5</sup>

Per quanto riguarda un'analisi dei progetti sviluppati nelle province della Regione, sarebbe necessario fare riferimento esplicito alle scuole in quanto non tutti i CSA hanno risposto alla richiesta di dati relativi ai progetti fatta da IRRE-ER nell'autunno del 2003. Di conseguenza i dati pervenuti sono solo quantitativi e molto parziali. La tabella allegata riporta i dati che siamo riusciti a raccogliere da fonti ufficiali.

PROVINCIA	A.S. 1999/2000			A.S. 2000/2001			A.S. 2001/2002		
	Scuola di base	Licei e Ist. Mag	Tecnici e Prof.li	Scuola di base	Licei e Ist. Mag	Tecnici e Prof.li	Scuola di base	Licei e Ist. Mag	Tecnici e Prof.li
BOLOGNA	3	0	2	3	0	1			
FERRARA	2	1		2		1	1	2	
FORLÌ-CESENA	2	0	0	2	1	0			
MODENA	3	0	1	3	0	1			
PARMA				4	0	2			
PIACENZA	2	1	0						
RAVENNA	2	0	1	2	0	1	1	1	0
REGGIO EMILIA	2	1	0	2	0	1			
RIMINI	1								
<b>TOTALE</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>

Nel corso del monitoraggio nazionale dei progetti SeT due tecnici IRRE hanno visitato le 8 scuole della regione che facevano parte del campione nazionale di circa 100 scuole. Anche in conseguenza a queste visite siamo venuti a conoscenza di esperienze interessanti, che sono proseguite negli anni successivi al finanziamento, sviluppandosi e aprendosi a nuovi temi. I tre contributi che seguono riguardano proprio il monitoraggio nazionale e la descrizione di due esperienze direttamente fatta dai docenti delle scuole coinvolte.

Ricordiamo che chiunque fosse interessato a visionare gli articoli citati nel fascicolo *Progetto SeT: Matematica 2000* (scaricabile dal sito FARDICONTO) può rivolgersi all'IRRE-ER, dove ne è conservata una copia.

<sup>5</sup> Si veda anche *Scienza e Tecnologia (SET): ancora Cenerentola?* di R. Garuti e A. Orlandoni in *Emilia Romagna: una scuola allo specchio, Rapporto regionale 2003*, a cura di USR-ER e IRRE-ER, Editcomp, Bologna 2003

### **Il monitoraggio dei SeT provinciali**

*Riccardo Barbero*

Nel luglio 2004 si è concluso, con la stesura del rapporto finale di ricerca, il monitoraggio dei progetti SeT avviati in sede provinciale a partire dall'anno scolastico 2001-02<sup>6</sup>.

La scelta dell'anno di riferimento dei progetti è stata determinata dall'esistenza di un punto di reale discontinuità tra la precedente gestione ministeriale, centralizzata, finalizzata e una nuova gestione regionale, decentrata, articolata in sede provinciale, affidata agli Uffici Scolastici Regionali a partire da quell'anno scolastico.

Le Direzioni scolastiche regionali dal 2001 avevano infatti scelto autonomamente se e come dare continuità al progetto su scienza e tecnologia. Il monitoraggio di questa seconda fase del SeT, quindi, oltre a porsi espliciti obiettivi di analisi dell'attuazione da parte degli istituti scolastici, costituiva una nuova esperienza di monitoraggio all'interno di un contesto di ulteriore progressiva realizzazione dell'autonomia scolastica e del decentramento del Ministero dell'Istruzione.

Questo aspetto determinava due nodi problematici per la costruzione del concreto lavoro di monitoraggio: la definizione del campione d'indagine, da un lato; quella degli indicatori e delle metodologie valutative, dall'altro.

La ricerca non poteva per ovvii motivi rivolgersi all'intero universo delle scuole coinvolte dal progetto SeT, ma la definizione di un campione statisticamente significativo richiedeva la conoscenza delle caratteristiche dell'universo che il Ministero non possedeva più. Anche alcuni Uffici scolastici regionali, a causa di un accelerato processo di decentramento a cascata, non erano in grado di ricostruire la consistenza delle reti di scuole che avevano realizzato il progetto sul piano provinciale. Fu necessaria, quindi, una prima ricognizione sul terreno locale (in presenza e/o on line) per tentare di ricostruire un quadro complessivo che apparve comunque molto variegato: accanto a regioni nelle quali si era scelto di non dare continuità al finanziamento del progetto, esistevano situazioni nelle quali le scuole avevano costituito reti di collaborazione con ampia autonomia rispetto agli uffici regionali, fino a realtà nelle quali le direzioni regionali (e/o i CSA) avevano continuato a svolgere un ruolo di accompagnamento-coordinamento (oltre che di finanziamento) delle iniziative degli istituti scolastici.

Attraverso questa indagine si riuscì a formare un campione di 98 scuole secondo i seguenti criteri:

- la consistenza numerica complessiva pari a circa il 20% delle scuole previste mediamente per ogni anno scolastico di svolgimento del progetto;
- la distribuzione geografica con riferimento al numero delle istituzioni scolastiche presenti nelle cinque macroaree ISTAT (Nord-Ovest, Nord-Est, Centro, Sud, Isole);
- la distribuzione secondo l'appartenenza ai diversi ordini e gradi scolastici;
- la casualità di scelta delle singole scuole all'interno delle citate macroaree, gradi e ordini scolastici;

---

<sup>6</sup> Il monitoraggio è stato affidato dal MIUR all'INDIRE che si è avvalso di un gruppo di coordinamento misto MIUR, INDIRE, IRRE che ha operato nel corso dell'anno scolastico 2003-04 avvalendosi di 19 team di monitoraggio regionali individuati dagli IRRE coinvolti nella ricerca.

- la presenza di scuole che avessero effettivamente ricevuto il finanziamento nell'anno scolastico 2001-2002.

In un quadro così articolato era necessario individuare indicatori e metodologie valutative sufficientemente flessibili, ma anche capaci di dar conto il più possibile di un quadro generale.

Si scelse di dare ampio spazio alle autovalutazioni e alle percezioni dei protagonisti del progetto SeT e di costruire strumenti che, a partire dal “dichiarato” e “percepito” degli insegnanti, permettessero ai team di monitoraggio di esprimere una propria valutazione tenendo conto degli obiettivi definiti dalla circolare istitutiva del progetto stesso (C.M. 270/99).

Furono così apprestati diversi strumenti per l'indagine:

- una traccia per l'analisi delle unità di lavoro in cui venivano definiti alcuni indicatori di valutazione costruiti in analogia a quelli per il progetto GOLD;
- una traccia strutturata per l'intervista al referente d'istituto del progetto SeT;
- una matrice per la scelta degli argomenti del focus group da svolgere con docenti di area scientifico-tecnologica e di altre diverse aree disciplinari;
- una traccia per il report finale di ciascun team riferita a ciascuna scuola osservata.

Per garantire la necessaria unitarietà, la coerenza delle finalità e delle procedure della ricerca è stato realizzato per i componenti dei team un momento di formazione durante la quale sono stati illustrati le caratteristiche del monitoraggio, il protocollo d'indagine e gli strumenti da utilizzare nelle diverse fasi per una loro consapevole condivisione.

All'interno di questo momento di formazione è stato dato spazio anche alla comprensione dell'utilizzo degli strumenti implementati sul web dai tecnici dell'INDIRE<sup>7</sup> per la registrazione dei risultati delle visite di monitoraggio.

Il monitoraggio si è concretizzato, quindi, in una prima analisi delle unità di lavoro progettate e realizzate dalle scuole, nell'indagine sul campo e nella stesura di una breve descrizione dei risultati del monitoraggio.

In particolare l'analisi delle unità di lavoro aveva lo scopo di stabilire un primo contatto tra i ricercatori e il percorso didattico realizzato dalla scuola nonché fornire una valutazione di massima delle stesse unità di lavoro.

La ricerca sul campo ha previsto una visita presso ciascuna scuola del campione da parte del team nel corso della quale sono stati svolti un colloquio esplorativo con il Dirigente Scolastico e l'intervista semistrutturata al referente del progetto SeT.

A seguito di questi interventi ciascun team ha individuato le tematiche di discussione e ha gestito in un momento successivo il focus group con i docenti.

Concluse queste attività, ogni team ha riportato le valutazioni delle analisi delle unità di lavoro, dell'intervista e del focus group sugli appositi formulari disponibili sulla piattaforma web: si è così formato un data base sul quale ha lavorato il gruppo di coordinamento<sup>8</sup> per stendere il report finale.

---

<sup>7</sup> La realizzazione della piattaforma è stata curata da Luca Bassani (INDIRE)

<sup>8</sup> Il gruppo di coordinamento era formato da Giuseppe Marucci (MIUR), Massimo Faggioli e Francesca Storai (INDIRE), Aurelia Orlandoni (IRRE Emilia Romagna), Mario Marani (IRRE Puglia), Giuseppe Italiano, Fabio De Michele, Gloria Bernardi, Valeria Succi (IRRE Toscana), Riccardo Barbero (IRRE Piemonte).



La circolare istitutiva del progetto SeT indicava 15 grandi aree<sup>9</sup> di contenuto che spaziavano da temi biologici ad argomenti matematici, dai fenomeni naturali alla tecnologia: tra questi temi oltre una scuola su cinque del campione ha scelto quello dell'ambiente e più di una scuola su otto ha preferito la scienza del vivere quotidiano. A maggiore distanza si è collocato l'argomento dell'energia o quello della misura.

Queste scelte in favore del tema dell'ambiente e di altri argomenti trasversali è stata comune a tutti gli ordini e gradi di scuola e segnala positivamente l'intenzione di coinvolgere diverse competenze presenti tra i docenti e/o sul territorio; ma sembra anche indicare la preoccupazione di rispondere positivamente a un'immagine della scienza diffusa nell'immaginario degli studenti, da un lato, e, forse, il timore di interferire con la programmazione curricolare disciplinare, dall'altro.

Echi di queste scelte e delle loro motivazioni sono state ritrovate nella indicazione delle criticità e delle potenzialità dei progetti, così come è emersa dalle interviste ai referenti e dai focus group con gli insegnanti di ogni istituto.

Ai team di ricerca veniva richiesta una valutazione delle unità di lavoro prodotte dagli istituti scolastici secondo i seguenti indicatori:

- di metodo, legato alle strategie di apprendimento;
- di apertura/modernizzazione, correlato con elementi di innovazione formativa nella proposizione delle discipline scientifiche e tecnologiche;
- di approfondimento significativo degli aspetti di una tematica;
- di originalità nella scelta dei contenuti e delle metodologie;
- di congruenza intesa coerenza tra scelte tematiche, metodologie didattiche e risorse utilizzate;
- di produttività come capacità di realizzazione di learning object;
- di fondamenti teorici e metodologici attraverso l'esplicitazione di una impostazione metodologica-didattica chiara e coerente.

La valutazione dei team è risultata sensibilmente più positiva per le scuole del ciclo primario e, in particolare, per la scuola elementare: sono stati sottolineati gli aspetti di approfondimento e di congruenza delle unità di lavoro preparate in questo grado di scuola.

Meno positiva è stata la valutazione per la scuola media e, in maniera ancora più rilevante, per gli istituti superiori, in particolare per quanto riguarda gli aspetti di originalità, di produttività intesa come realizzazione di "oggetti didattici" e di chiarezza e coerenza dell'impostazione didattica-metodologica.

Le interviste ai referenti hanno messo in evidenza come per la maggioranza degli istituti il progetto SeT si sia innestato su esperienze e "tradizioni" precedenti, ma come, forse anche proprio per questo, abbia finito per coinvolgere un gruppo abbastanza limitato di docenti, permettendo di "far meglio ciò che già si faceva".

Per quasi un terzo delle scuole del campione, invece, il progetto è servito per fare un'esperienza nuova e per avviare un'attività di laboratorio scientifico-tecnologico secondo nuove impostazioni: anche in questi casi, forse ancora più che nei precedenti, l'iniziativa è stata di un singolo docente o di un piccolo gruppo di insegnanti oppure del dirigente scolastico.

All'interno di questo quadro, la formazione, generalmente mirata a contenuti discipli-

---

<sup>9</sup> Per le aree indicate dalla CM 270/99 si veda anche l'articolo: I progetti SeT provinciali

nari, ha avuto un ruolo circoscritto e specifico e si è avvalsa di esperti esterni provenienti dall'Università e da enti del territorio oppure di insegnanti di altri istituti.

Questa apertura verso l'esterno ha caratterizzato grossa parte dei progetti e ha costituito generalmente un fattore positivo agli occhi dei referenti e degli insegnanti: i rapporti con l'esterno, la costituzione di reti e di collaborazione tra istituti, l'utilizzo di risorse presenti sul territorio sono stati, infatti, gli aspetti considerati più favorevolmente all'interno dell'esperienza compiuta.

Là dove il progetto si è concretizzato in esperienze di reale didattica di laboratorio, i referenti e gli insegnanti presenti nei focus group hanno notato un positivo coinvolgimento degli studenti.

Ecco alcune affermazioni tratte dalle interviste ai referenti d'istituto:

"Gli studenti hanno molto apprezzato la proposta del progetto, fatta di attività pratiche e stimolanti"

"I ragazzi sono entusiasti: formulano ipotesi, le verificano (o falsificano) traggono conclusioni..."

"Sono state utilizzate metodologie attive e cooperative".

"Positivo il coinvolgimento dei ragazzi anche per la metodologia adottata e per la scelta dei temi fortemente territorializzata".

"L'approccio laboratoriale si è sostanziato in attività fuori aula che hanno impegnato e motivato gli studenti".

Tuttavia se si considerano le criticità che sono state al centro del confronto nella maggioranza dei focus group degli insegnanti, si nota che proprio la metodologia didattica da utilizzare con gli studenti sia presente in tutti gli ordini e gradi di scuola. Altri punti critici sembrano essere stati i rapporti trasversali tra insegnanti dell'area scientifica-tecnologica e gli effetti sull'offerta formativa dell'istituto.

Sembra quindi di poter dire che la percezione più positiva da parte di chi si è impegnato nella realizzazione del progetto SET si sia concentrata sull'opportunità di costruire rapporti con l'Università, con altri istituti, con gli enti e le associazioni presenti sul territorio e con colleghi di altra area culturale; all'opposto le difficoltà incontrate sembrano essersi concentrate sulle attività interne all'istituto (didattica, rapporti con i colleghi di area scientifica, elaborazione del piano dell'offerta formativa).

Emerge qui una dimensione soggettiva dell'autonomia scolastica intesa come opportunità di rottura dell'autoreferenzialità dell'istituto: il progetto SET è un'occasione positiva per uscire dall'istituto e per costruire rapporti di collaborazione e di confronto con l'Università, con altri istituti e con il territorio.

Nei report finali dei team di monitoraggio questi elementi di autovalutazione, raccolti attraverso le interviste ai referenti d'istituto e i focus group con i docenti, sono stati sostanzialmente confermati dalla valutazione dei componenti dei team.

Il report finale dei team di monitoraggio era suddiviso in tre parti: progettazione, materiali e strumenti, realizzazione<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Gli indicatori considerati per la progettazione sono stati: coinvolgimento del gruppo docenti, incidenza sul curriculum, ruolo della formazione e le due unità di lavoro; quelli per i materiali e gli strumenti: funzionalità, riproponibilità; quelli per la realizzazione: miglioramenti del curriculum, caratterizzazione dell'offerta formativa, rapporti con scuole e territorio, innovazione didattica, didattica attiva, collaborazioni esterne, trasversalità, interazione scienza-tecnologia.

Per tutti e tre questi aspetti la valutazione dei team è stata abbastanza positiva, ma decrescente e meno omogenea salendo dalla scuola elementare alla scuola media, fino agli istituti superiori.

In particolare i team di monitoraggio hanno dato un giudizio meno positivo della capacità degli istituti di costruire, attraverso il progetto SeT, rapporti di collaborazione esterni con altri istituti e con i soggetti diversi presenti sul territorio.

È probabile che l'andamento dei focus group abbia un po' ridimensionato agli occhi dei team di monitoraggio la valutazione di questo specifico indicatore.

Nel provare a trarre alcune considerazioni conclusive da questo lavoro di monitoraggio, occorre precisare, ancora una volta, la natura fortemente soggettiva dei risultati acquisiti. Si è indagato, infatti, come si è già detto in precedenza, il *dichiarato* e il *percepito* di un'esperienza attraverso la autovalutazione degli insegnanti del campione degli istituti coinvolti e il giudizio espresso dai team di monitoraggio.

Gli stessi strumenti d'indagine hanno esplicitato questa soggettività e anche le eventuali sfumature di percezione tra i diversi soggetti: i referenti del progetto, gli altri insegnanti, i componenti del team.

Pur con queste doverose precisazioni è possibile esprimere qualche considerazione di carattere generale.

Il progetto SeT è stato valutato positivamente nella totalità degli istituti del campione indagato; si è trattato, a giudizio di tutti, di un'iniziativa importante anche se è venuta a mancare la continuità e, forse, la spinta ad approfondire e a consolidare reti di collaborazione che si sono dimostrate utili ed efficaci.

L'alta frequenza, tra le difficoltà segnalate, di problematiche di ordine organizzativo (mancanza di tempo per le attività pratiche, carenza dei finanziamenti per le ore eccedenti etc.) può essere letta, invece, come un sintomo della sopravvivenza di una concezione dell'insegnamento scientifico-tecnologico ancora prevalentemente legato al "programma" e al libro di testo, che vede la didattica attiva e l'operatività in laboratorio come un momento di approfondimento piuttosto che come il "cuore" dell'insegnamento stesso.

Da questo punto di vista il progetto SeT non sembra aver inciso in modo significativo. Sappiamo dai risultati delle indagini internazionali, come PISA dell'OCSE, e dalla difficoltà a orientare i giovani studenti italiani verso i corsi di laurea ad indirizzo scientifico, che i problemi dell'insegnamento e dell'apprendimento scientifico e tecnologico sono molto consistenti nella scuola italiana e hanno radici profonde.

Un progetto come il SeT ha costituito sicuramente un segnale nella giusta direzione; sarebbe stata (e ancora sarebbe) utile una continuità di impegno finanziario e, forse, anche un maggiore orientamento del Ministero verso gli Uffici Scolastici Regionali per una corretta finalizzazione dell'iniziativa che evitasse la dispersione in piccoli rivoli, come è parzialmente accaduto in alcune delle situazioni monitorate.

Tuttavia è chiaro, ed è emerso anche da questa limitata azione di monitoraggio, che un'inversione di tendenza nel campo dell'educazione scientifica e tecnologica è possibile, anche se probabilmente in tempi non immediati, solo attraverso un complesso di iniziative che coordini risorse umane, finanziarie e competenze diverse presenti in ambiti distinti, ma che possono essere concorrenti (università, istituti scolastici e di formazione, enti di ricerca, industrie).

## Laboratorio e pedagogia

Enzo Cortesi

### Premessa

Il contributo dei progetti SeT (oltre 1500 progetti in pochi anni) nella scuola italiana è stato importante in quanto è stato uno stimolo, per gli insegnanti di materie scientifiche appassionati del loro lavoro, a produrre con impegno ancora maggiore del materiale didattico utilizzabile anche nelle altre scuole, oltre ad aver dato un sostegno concreto ai laboratori di tante scuole.

Chi ha messo a punto nuove esperienze sa bene che per sviluppare qualche nuova esperienza ci vuole un tempo molto lungo, con tante prove e tentativi fatti prima di arrivare ad un dispositivo ottimale. Nelle scuole dove si sperimenta molto ci sono sempre insegnanti che hanno messo a punto nuove esperienze di laboratorio o nuovi percorsi didattici, che con il contributo dei progetti SeT hanno l'opportunità di riorganizzare e razionalizzare meglio, trasformandole in unità didattiche o altre strutture ben documentate per renderle così trasferibili anche ad altre scuole.

La nostra scuola (Liceo Scientifico "Gregorio Ricci Curbastro" di Lugo (RA)) ha partecipato ancor prima dei progetti SeT al Progetto Pilota SeT dal titolo "Labclass" (conclusosi nel 2000), che raccogliendo a Lugo diversi insegnanti di matematica degli istituti superiori di tutto il territorio italiano ha prodotto, anche attraverso un'attività di collaborazione a distanza, il quaderno n. 44 del M.P.I. dal titolo "Il progetto Labclass" sull'uso delle calcolatrici grafiche nell'insegnamento della matematica nella scuola secondaria superiore, quaderno reperibile sul sito del Liceo alla pagina <http://www.racine.ra.it/curba/matematica.htm>.

Successivamente la nostra scuola è stata coinvolta in due progetti SeT nazionali: "Intelligenza artificiale" ed "Elementi di statistica e probabilità con l'ausilio delle calcolatrici grafiche", entrambi conclusi nel 2002.

Nell'a.s. 2001-2002 abbiamo ricevuto un finanziamento provinciale per realizzare un progetto legato all'utilizzo didattico del Laboratorio. Il progetto prevedeva la realizzazione di due Unità di Lavoro:

- *Usò didattico del Laboratorio di Biologia* con lo scopo di sviluppare negli studenti competenze scientifiche a partire da esperienze operative concrete, avvicinandoli anche alle implicazioni etiche e sociali legate alle biotecnologie
- *La misura* con lo scopo di rendere consapevoli gli studenti che nell'operazione di misurare sono presenti numerose scelte. Anche in questo caso l'esperienza in Laboratorio era il punto di partenza

Nel 2004 siamo entrati in un nuovo progetto SeT europeo (ESaT - <http://www.diginet.it/esat/>), la nuova versione dei progetti SeT, con due temi sull'energia, la vita quotidiana e lo sviluppo dei relativi modelli matematici. Questo nuovo progetto coinvolge 12 scuole italiane e 22 europee, su diversi temi.

I paesi europei coinvolti sono Austria, Grecia, Italia e Portogallo. Il tema sull'energia e la modellizzazione matematica verrà sviluppato con la scuola capofila "Luísa de Gusmão" Scuola Secondaria di Lisbona – Portogallo, mentre il tema sui trasporti e l'energia vede come scuola capofila il Liceo Scientifico "Leonardo Da Vinci" di Reggio Calabria.

All'interno dell'ottica degli obiettivi del Progetto Set vorrei dedicare questo articolo alla **pedagogia dell'uso del laboratorio** partendo dalla nostra esperienza e dalle riflessioni che la passione per l'insegnamento ci hanno indotto a sviluppare.

Nel nostro Liceo c'è una lunga tradizione di attività svolte, nel settore scientifico, utilizzando il laboratorio. L'uso del laboratorio ha avuto un forte impulso nel 1963 con i corsi pilota P.S.S.C. per Fisica e poi B.S.C.S. di Scienze. Questo grazie al Preside Giulio Costa che diede una forte spinta per portare la sua scuola all'avanguardia in questo settore con molte attività, corsi di aggiornamento e finanziamenti per potenziare i laboratori. Giustamente pensava che, se i laboratori fossero stati attrezzati molto bene, gli insegnanti sarebbero stati stimolati ad utilizzarli con grande vantaggio per le discipline scientifiche, e così è stato.

Alcuni mesi fa un gruppo di ex allievi ha organizzato al Liceo una conferenza sulla Ricerca Scientifica ed abbiamo avuto modo di riscontrare che dal Liceo di Lugo sono passati molti ricercatori che lavorano al CERN a Ginevra (3) con ruoli di responsabilità molto elevata, a Bologna in diverse Facoltà (alcune decine) come docenti o ricercatori, a Pisa alla Facoltà di Fisica della Normale (Preside), in altre università italiane (una decina), in altri paesi europei (alcuni) più tanti altri di cui abbiamo perso i contatti. Il caso è veramente insolito se si considera che questi sono tutti docenti universitari e ricercatori scientifici usciti dal Liceo di Lugo dopo gli anni 70. Naturalmente nella scuola si deve anche creare un clima adatto a stimolare l'interesse dei giovani per le scienze, e questo si ottiene quando si crea un gruppo di docenti che collaborano per sviluppare questo interesse senza guardare all'orologio, ma per migliorare la didattica si dedicano a tempo pieno all'attività didattica e alla preparazione delle esperienze.

### **Crisi di vocazioni scientifiche?**

Questo clima ha continuato a portare molti nostri studenti ad iscriversi ai corsi scientifici dell'università anche in un periodo in cui lo spirito culturale che pervade la società è molto individualista, lontano da ideali profondi, dove spesso quello che conta sembra essere solo il miraggio di uno stipendio buono e facile. Non a caso infatti in tutti i paesi europei c'è questa profonda crisi delle iscrizioni ai corsi di laurea scientifici. Questo ha origini non recenti, ma credo che non sia compito nostro analizzare questo aspetto che si rifà ad ideali sociali su cui è più difficile intervenire.

Piuttosto direi che interessa vedere come sia possibile arginare questa crisi di interesse verso le materie scientifiche in una società che ha un'economia basata su tecnologie di avanguardia, e che se perde il passo degli altri paesi europei sicuramente in poco tempo si troverà a dover affrontare la concorrenza coi paesi del terzo mondo che hanno manodopera a bassissimo costo ed uno sviluppo estremamente rapido.

Per fare questo occorrerebbe per prima cosa mettere i docenti di materie scientifiche nelle condizioni ottimali per lavorare, e cioè dare loro dei laboratori e delle attrezzature da utilizzare per insegnare le loro materie.

Naturalmente anche gli insegnanti e i dirigenti si devono rendere conto dell'importanza di usare i laboratori, che a volte ci sono e sono male utilizzati, e, sicuramente, chi non ha quasi mai sperimentato nella propria carriera di studi ha non poche reticenze ad avvicinarsi ad attività in cui occorre aver acquisito una notevole elasticità e capacità di mettere in discussione le proprie ipotesi in un confronto continuo coi ragazzi, diciamo che è più semplice raccontare le definizioni come stanno scritte sui libri, anche se sono astratte e noiosissime ripetizioni delle stesse cose per anni e anni.

Proprio su questi aspetti vorrei porre l'attenzione perché qui il margine di miglioramento è grande e ad un costo di impegno ragionevole, anzi credo che il miglioramento dei risultati ricompensi grandemente gli sforzi profusi per cambiare modo di insegnare. E molto spesso tante attività di laboratorio sono possibili anche con attrezzature molto povere e con attività di osservazione della vita quotidiana, poi l'entusiasmo per l'attività svolta ci porterà a chiedere un impegno maggiore della scuola verso le attrezzature dei laboratori ed un aumento del personale tecnico.

Quando parlo di miglioramento dei risultati non intendo, però, che i ragazzi sappiano fare bene i problemi tradizionali, ma che, da un lato, anche dopo anni, siano in grado di ragionare correttamente di fronte ad un problema scientifico, e il fatto che molti abbiano scelto facoltà scientifiche, dall'altro.

### Qualche considerazione pedagogica

Esistono molte teorie psicologiche e pedagogiche che tentano di interpretare come avviene l'apprendimento, tutte queste teorie concordano su alcuni punti di base:

- elemento fondamentale per l'apprendimento è il coinvolgimento in ciò che si studia;
- la memoria a lungo termine presuppone un coinvolgimento emotivo che faccia riorganizzare le nostre conoscenze precedenti in base alle nuove conoscenze da acquisire;
- dalla Montessori, a Piaget, ai moderni costruttivisti e cognitivisti tutti concordano sul fatto che l'apprendimento richiede un ruolo molto attivo da parte di chi apprende.

In una ricerca di William Glasser ho trovato questo risultato:

Impariamo...

il 10% di ciò che leggiamo

il 20% di ciò che sentiamo

il 30% di ciò che vediamo

il 50% di ciò che sentiamo e vediamo

il 70% di ciò che discutiamo con gli altri

l'80% di ciò di cui facciamo esperienza personalmente

il 95% di ciò che insegniamo a qualcun altro

Tutto ciò riguarda la didattica di tutte le materie, quindi per le materie scientifiche che riguardano il mondo reale che ci circonda questi aspetti sono 10 volte più importanti.

È impensabile supporre che un ragazzo possa farsi un modello mentale operativamente utile di un fenomeno fisico senza vedere alcun fenomeno fisico che, almeno, assomigli a ciò che si vuole studiare. La visione di un'esperienza spesso mette in discussione pesantemente i preconcetti che ognuno ha sviluppato nel corso della sua vita, e se l'esperienza è seguita dalla discussione ci sono buone probabilità che vengano modificati i preconcetti iniziali invece di essere abbinati in parallelo ai concetti studiati sul libro, su cui prima o poi riprenderanno il sopravvento.

Attenzione però a non andare in laboratorio dopo aver spiegato l'argomento, diventa solo una perdita di tempo, forse divertente, ma non serve a nulla, sarebbe come leggere un giallo dopo aver letto le ultime pagine. L'attività di laboratorio deve servire a sviluppare le ipotesi di interpretazione, a confrontarle coi propri preconcetti e con le conoscenze fino ad allora acquisite non a verificare che la legge precedentemente descritta è proprio così, perché questo non coinvolge le prenoscenze, ma da un rafforzamento scontato ad una teoria che non è propria.

Questo modo di lavorare sviluppa anche la fantasia nell'ideare le ipotesi, e il senso critico e razionale che fa scartare le ipotesi che non reggono alle prove eseguite secondo la logica della falsificabilità delle ipotesi di Popper.

Questo metodo critico e razionale sarebbe molto produttivo anche nello studio di altre materie come la storia, ma non solo, invece spesso si preferisce un metodo ben poco logico, per cui da una data premessa si deduce di tutto e anche il suo contrario, oppure, semplicemente, si descrivono fatti senza avere coscienza della logica e delle ipotesi che si sottintendono quando si presentano tali fatti.

### **Comunicazione e “trasmissione” dei concetti**

Una premessa importante ad ogni attività didattica è che, quando si cerca di spiegare un concetto, non sono sufficienti delle belle e chiare parole per farsi capire, ma occorre verificare in continuazione come vengono recepite ed interpretate le nostre parole, in questo modo ci rendiamo conto di quali sono i preconcetti e i modelli già presenti nella testa di ognuno e così attraverso la discussione si possono modificare, oppure crearne dei nuovi coerenti con ciò che noi stiamo dicendo. Ciò vale, in particolare, quando si introducono nuovi concetti che utilizzano nuove parole o parole note, ma con nuovi significati.

Spesso succede che per dare una definizione di qualcosa si usano termini ancora più astrusi del concetto stesso che si vuole spiegare, ma la definizione sembra, a prima vista, chiara ed esplicativa anche se in realtà non fa altro che spostare i dubbi da una parola ad un'altra, data per nota.

Quando noi parliamo presupponiamo che i termini che noi usiamo, essendo ben noti a noi, richiamino in tutti lo stesso significato. Ciò non è vero. Le parole sono sempre legate sia all'esperienza personale, sia al modello contestuale in cui si inseriscono e a come in quel momento interpretiamo il significato di quella parola.

Quindi non possiamo pensare che quando esprimiamo un concetto nuovo gli altri lo capiscano come lo intendiamo noi. Ogni concetto che abbiamo in testa fa parte di un modello, una struttura che spesso non esplicitiamo, ma le stesse parole riferite ad un modello diverso (o molto diverso) esprimono un concetto diverso.

Se quando noi spieghiamo non teniamo conto di questi fattori (concetti e modelli preesistenti nella testa dei nostri interlocutori, e significati diversi delle parole) succede che gli schemi e i concetti da noi forniti verranno sovrapposti parallelamente a quelli preesistenti, senza sostituirli, e una volta passato il tempo delle interrogazioni questi schemi svaniranno.

Questo spiega perché solo il 10% dei ragazzi che hanno finito la terza media è in grado di risolvere un problema sulle proporzioni del tipo: “per fare una torta occorrono 5 uova e 4 etti di farina, quanta farina devo usare se ho solo 2 uova?”

Quando si spiega occorre quindi creare un forte feedback con gli studenti per permettere loro di esprimere, e quindi prenderne coscienza, i loro modelli mentali e le loro sensazioni, e metterli in discussione. Per fare questo è bene, naturalmente, che anche il docente sia disposto a mettere in discussione ciò che afferma.

Per mettersi in discussione intendo soprattutto scoprire che dalle premesse che abbiamo dato non è chiaro che la conclusione sia quella o solo quella a cui noi abbiamo cercato di portare la discussione.

Accettare di mettere in discussione ciò che si afferma non significa affatto mettersi in discussione come persona, significa bensì rendersi conto che non esiste la verità assoluta e che il modello che costruiamo deve essere adeguato alle premesse da cui partiamo. Non possiamo pretendere che lo studente accetti il nostro modello solo perché secondo noi un domani capirà che è giusto, quando arriverà quel giorno si sarà già dimenticato del nostro

modello ed avrà ripristinato il suo modello naturale (probabilmente più vicino a quello di Aristotele, non stupido, ma solo inadeguato rispetto alle nostre conoscenze).

Quindi anche massimo rispetto per le ipotesi altrui purché coerenti e logiche con le premesse di conoscenze disponibili allo studente stesso (altra condizione essenziale per creare una discussione proficua).

### Lo studio per problemi

In fisica, in matematica e in chimica le definizioni e le dimostrazioni imparate a memoria non ci aiutano ad imparare a risolvere un problema nuovo anche se possono essere utili a risolvere alcuni problemi di tipo tradizionale. Un domani quando gli studenti escono dalla scuola dimenticano le definizioni che non riutilizzano in continuazione, ma se hanno in testa dei modelli applicabili e hanno imparato delle strategie di ragionamento sono in grado di risolvere molti più problemi, magari andando poi a cercare le formule su un libro, che esiste pur sempre.

L'insegnamento dovrebbe procedere in buona parte per problemi, esperienze, situazioni che favoriscano la scoperta (come sostenevano Piaget, Dewey, Bruner), perché la realtà quotidiana del pensiero scientifico e umanistico è fatta di questo, non di quiz.

L'insegnante è il "tutor" che insegna ad affrontare i problemi, problemi reali e quindi anche complessi, insegna ad analizzarli, a scomporli e dare delle risposte via via più complete e complesse.

### Complessità della mente

Il cervello dei nostri studenti non dobbiamo considerarlo alla stregua di un banale registratore, o di quello di un animale di Pavlov, che con il dovuto esercizio e premio apprende dei meccanismi qualsiasi. Il nostro cervello è un potentissimo supercomputer che gestisce in parallelo decine (forse migliaia) di processi contemporanei, per esempio mentre parliamo:

- convertiamo il pensiero in parole (operazione automatica, ma complessa);
- pensiamo a ciò che diremo successivamente (altra operazione complicatissima);
- pensiamo a ciò che capiranno i nostri interlocutori;
- osserviamo gli interlocutori ricevendone una miriade di informazioni;
- notiamo se gli interlocutori capiscono, approvano o disapprovano, seguono o meno;
- sentiamo se qualcuno ci chiama;
- sentiamo se la camicia ci stringe o se stiamo sudando;
- muoviamo gli occhi, la testa e le mani in tanti modi secondo un codice involontario e quasi sconosciuto;
- il nostro inconscio percepisce tanti stimoli e per es.: se percepisce segni di disapprovazione di qualcuno, ci può provocare o un inaspettato arrossamento del viso o un'altra reazione;
- camminiamo, ecc.;
- senza contare che la maggior parte delle funzioni del nostro cervello sono completamente inconse.

Se lo usiamo come una banalissima macchina da scrivere o un registratore non sviluppiamo le enormi potenzialità in esso insite.

La riduzione dei concetti a semplici definizioni è un'operazione troppo riduttiva, spesso ci si trova di fronte a concetti di cui non si può dare neanche una semplice e chiara definizione, ma di cui bisogna accontentarsi di una definizione operativa. Per intenderci, chi è in



grado di dare una semplice definizione di tempo? Eppure lo usiamo in continuazione, sappiamo cos'è, ma non riusciamo a darne una definizione chiara e semplice.

Occorre cercare di dare poche definizioni e soprattutto dare delle definizioni operative, non sintetiche, e cercare di operare per modelli.

Un concetto quindi non andrebbe ridotto ad una semplice definizione (troppo facile da imparare senza capire), ma dovrebbe essere correlato agli altri concetti noti in una specie di mappa concettuale e, nelle materie scientifiche, assimilato ad un modello tridimensionale ed animato che rappresenta il fenomeno semplificato, ma che aiuta a trovare la soluzione dei problemi legati a quel certo tipo di fenomeni.

Questo obiettivo si ottiene cercando, come scrivevo prima, di far ragionare i ragazzi e farli discutere sui vari argomenti senza dare la soluzione pronta per tutti i problemi e la definizione dei concetti prima di averci debitamente ragionato. In questo modo i ragazzi, se coinvolti, cercheranno di sviluppare e correggere i loro preconcetti e di sviluppare dei nuovi concetti strettamente correlati, in vari modi, agli altri simili.

### **Divertirsi a scuola**

Qui vorrei introdurre l'idea che per far bene le cose occorre anche divertirsi a farle. Se ciò che si fa è un supplizio (o per l'insegnante, o per lo studente) i risultati sono sicuramente mediocri ed in ogni caso molto al di sotto di quello che potrebbero essere. Questo avviene proprio perché se non c'è divertimento non c'è coinvolgimento emotivo, e questo coinvolgimento viene immediatamente percepito inconsciamente o consciamente dagli interlocutori a cui ci rivolgiamo. Non che il coinvolgimento emotivo dell'insegnante sia necessario e sufficiente, non è certo sufficiente perché se parliamo di cose incomprensibili o che, per qualche ragione, non interessano gli studenti questi non manterranno l'attenzione a lungo, ma è comunque una condizione necessaria (sicuramente molto utile) sia per l'insegnante che per lo studente.

### **Vari tipi di intelligenza**

Ultimo argomento che voglio affrontare sono i tipi di intelligenza perché la scuola tradizionale privilegia certi tipi di intelligenza, a seconda della materia, e, soprattutto, dell'impostazione dell'insegnante. Principalmente viene privilegiata l'intelligenza mnemonica, la capacità di trovare delle relazioni secondo dei modelli non propri, la capacità di organizzare le proprie conoscenze secondo certi schemi.

Normalmente rimangono escluse da ogni stimolo e valutazione altri tipi di intelligenza: pratica e operativa, organizzativa, relazionale e sociale. Non per dire che queste debbano necessariamente entrare nei parametri di valutazione, ma queste forme di intelligenza sono importanti nella vita quotidiana, e quindi non sarebbe male cercare di stimolarle attraverso attività operative e attività di gruppo che l'attività di laboratorio permette. Inoltre occorre avere presente che, a volte, studenti che a scuola se la cavavano poco bene hanno poi dimostrato di cavarsela molto bene nella vita pratica e, viceversa, ci sono stati bravi studenti che hanno avuto risultati mediocri nella vita pratica.

Quindi dal momento che la scuola prepara alla vita, non può non tenere conto anche di questi aspetti.

Ringrazio Alberto Emiliani, Claudia Bartolotti e Donatella Capucci per la collaborazione nella stesura dell'articolo.

## **Aria: ambiente di vita**

*Paola Fantini*

Il Progetto SeT è un progetto speciale per l'educazione scientifica e tecnologica che nell'Istituto Comprensivo n. 3 "Lame" di Bologna, è stato elaborato con l'intento di uno sviluppo verticale dalla prima elementare alla terza media.

### **L'argomento trattato**

L'argomento scelto è l'aria, che viene studiata dal punto di vista chimico, fisico, biologico, ambientale e riguardo alla sua utilizzazione tecnologica, attraverso un percorso strutturato in quattro unità di lavoro a cui si è dato il titolo di **"ARIA: AMBIENTE DI VITA"**

### **I principali obiettivi prefissati**

- Migliorare l'organizzazione dell'insegnamento scientifico e tecnologico.
- Favorire la costruzione di un curriculum scientifico coordinato fra la scuola elementare e la scuola media.
- Potenziare i laboratori scientifici dei tre plessi dell'Istituto.
- Creare una rete di collaborazioni con le risorse del territorio (ARPA, ENEA, Scuolambiente, Legambiente, LIPU)
- Migliorare la professionalità degli insegnanti.
- Migliorare la comunicazione fra i docenti della scuola elementare e media.
- Migliorare la capacità di utilizzare le strumentazioni scientifiche e tecnologiche.
- Migliorare la cultura scientifica e tecnologica degli studenti.
- Stimolare l'interesse dei ragazzi per la cultura scientifica e tecnologica favorendo le attività operative
- Avviare alla comprensione del metodo scientifico.

### **Contenuti e attività**

Le unità di lavoro realizzate sono:

#### ***Cosa c'è nell'aria***

Questa sezione di lavoro è suddivisa in due fasi: nella prima, condotta in laboratorio, vengono identificati e misurati i componenti chimici naturali dell'aria; viene spiegato il concetto di pressione atmosferica e dimostrate sperimentalmente alcune delle conseguenze ad essa legate; vengono poi condotte prove, graduate in base all'età degli alunni a cui sono dirette, su alcune proprietà fisiche dell'aria come la sua elasticità, il peso, la pressione, la capacità di dilatarsi e di dare origine a movimenti convettivi.

Nella seconda fase si studiano i diversi strati dell'atmosfera e le principali cause che determinano seri problemi ambientali come le piogge acide, l'inquinamento fotochimico, l'effetto serra. L'attività prosegue con la misurazione di parametri ambientali realizzata anche grazie alla collaborazione con Enti presenti sul territorio: dapprima ci siamo rivolti a Scuolambiente per la determinazione delle polveri sottili, dei pollini e delle spore fungine, sia in un'area di grande traffico che in una zona verde come quella di un parco cittadino.

Abbiamo poi trovato anche in Internet dati e informazioni su altre zone della città e costruito tabelle indicative dell'inquinamento in un periodo determinato.

Un'altra applicazione di questa indagine è stata condotta con la collaborazione dell'ARPA che, dietro nostra richiesta, ci ha consentito di effettuare un accurato monitoraggio, collocando dei piccoli campionatori per la determinazione del benzene e del biossido d'azoto all'interno del nostro Istituto, nell'area antistante ad esso e in alcune strade circostanti, opportunamente scelte. Con i dati raccolti abbiamo poi elaborato tabelle e grafici, effettuando confronti e azzardando interpretazioni.

### ***L'aria e le macchine***

Questa unità di lavoro presenta più delle altre un carattere di interdisciplinarietà ed è stata quindi gestita sia dall'insegnante di educazione tecnica che da quello di scienze. Il primo ha guidato la classe nello studio di macchine che funzionano sfruttando l'aria, raccogliendone le caratteristiche in tabelle costruite secondo un criterio unificante; per favorirne le possibilità di confronto, mentre sul piano scientifico sono stati enunciati e dimostrati con semplici prove di laboratorio i principi che costituiscono il fondamento per il funzionamento delle suddette macchine.

L'aria può sostenere corpi anche molto pesanti come un aliante, una mongolfiera, un paracadute, oppure può compiere un lavoro muovendo pale, gonfiando vele, ecc...

Uno spunto ad ampliare l'argomento può essere offerto dall'osservazione della forma perfettamente aerodinamica di piccole macchine naturali (frutti e semi alati) delle quali si serve la natura per la propagazione di alcune specie vegetali.

Perfette macchine per il volo sono certamente i corpi degli uccelli o degli insetti: osservandone le caratteristiche si può risalire ai principi del loro funzionamento. Per avere informazioni sulle possibilità di sfruttamento dell'energia eolica ci siamo rivolti all'ENEA, che dapprima ha effettuato un intervento in classe poi ha fornito guida e assistenza durante una visita d'istruzione al centro del Bra-siamone e al Parco eolico di S.Benedetto Val di Sembro per vedere gli aerogeneratori.



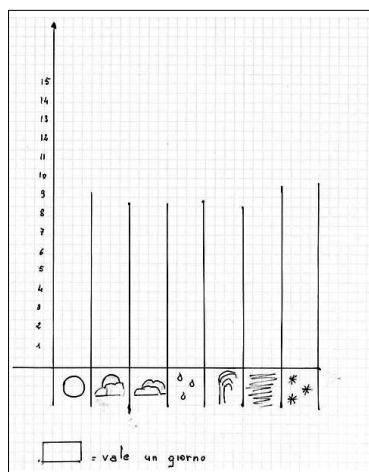
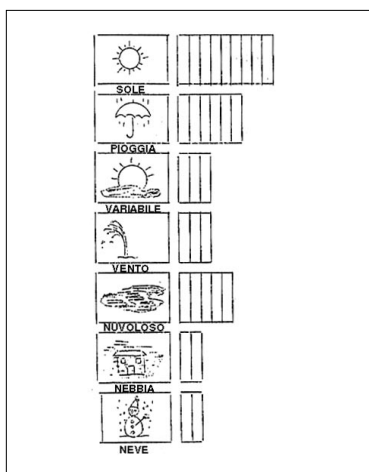
### ***Che aria tira***

Questo itinerario è particolarmente adatto per essere condotto anche con gli alunni più piccoli. Si procede all'osservazione e alla raccolta di dati sui principali fenomeni atmosferici cominciando con lo stato del cielo, per costruire un tabellone del tipo sotto indicato. Si prendono poi in esame la temperatura, la pressione atmosferica, la pioggia e con i dati raccolti si possono costruire grafici, diagrammi e istogrammi.

Se l'attività viene protratta per almeno due anni sarà possibile effettuare confronti e previsioni.

Un livello più alto di indagine si realizza nello studio delle condizioni che causano lo spostamento di grandi masse d'aria e più in particolare la formazione dei venti e nel comprendere il ruolo che essi esercitano nel determinare i fenomeni atmosferici; infine nell'individuazione degli elementi e dei fattori che portano alla formazione del clima.

Per quanto riguarda lo studio delle zone climatiche della terra, l'attività svolta a scuola può essere integrata raccogliendo in rete dati di aree geografiche scelte in base ai confronti o alle considerazioni che si deciderà di effettuare



### **Ascoltiamo l'aria**

Questa unità di lavoro si presta a una collaborazione interdisciplinare con l'insegnante di educazione musicale; poiché all'origine dell'onda sonora vi è una sorgente di vibrazioni egli illustrerà l'emissione dei suoni negli strumenti a corda e in quelli a percussione; mostrerà poi il diapason e il suo funzionamento.

Nel laboratorio di scienze si potranno condurre semplici dimostrazioni sull'aria come mezzo di propagazione delle onde sonore; si dimostrerà poi che i suoni non si propagano nel vuoto.

Si potranno effettuare semplici dimostrazioni sulla riflessione dei suoni e ne verranno trattate le più comuni applicazioni: il radar, il sonar, l'ecografia.

Gli ultrasuoni: comportamento dei pipistrelli e dei cani

Studio nell'anatomia umana dell'organo dell'udito: l'orecchio.

Come ampliamento si potrà studiare comparativamente l'organo dell'udito e il suo funzionamento nelle principali classi animali.

Inquinamento acustico: raccolta di suoni con il registratore, misurazione dei suoni con un fonometro in ambienti opportunamente scelti e in condizioni sperimentali prefissate;

Assunzione di informazioni riguardanti gli effetti del rumore sulla salute;

Consultazione delle piante cittadine e della suddivisione del territorio comunale in cinque classi differenti per il livello del rumore; verifica della validità di tale distinzione.

### **Verifica e validazione del lavoro**

Per ogni unità di lavoro sono state effettuate le seguenti verifiche:

- in itinere controlli sulla correttezza dei metodi;
- al termine di ogni attività sono stati somministrati agli alunni dei test di verifica degli apprendimenti;
- conclusa ogni unità è stata somministrata a tutti i soggetti che vi hanno partecipato una scheda-questionario di autovalutazione riguardante le modalità e la coerenza dell'intero percorso.

### I Progetti SeT nazionali

Aurelia Orlandoni

Nell'aprile 2000 il MIUR ha lanciato, l'iniziativa "Materiali per l'educazione scientifica e tecnologica" (C.M. 131/2000). L'invito era rivolto a Reti di Istituzioni scolastiche in collaborazione con Enti Pubblici (in particolare Università ed Enti di Ricerca) ed Enti Privati interessati alla didattica e alla divulgazione scientifica. Nell'ambito degli obiettivi generali del SeT si potevano presentare progetti finalizzati alla produzione di materiali e servizi per l'educazione scientifico-tecnologica, e richiedere un finanziamento per la loro realizzazione fino ad un massimo di 100 Milioni di lire.

Ciascun progetto doveva essere riferito ai temi dell'elenco riportato nel documento di base del Progetto SeT (C.M. 270/1999) e doveva prevedere:

- la produzione di materiali direttamente utilizzabili nella didattica relativi ad almeno 6 unità di lavoro;
- la produzione di una guida per il docente, che contenesse anche l'illustrazione dei processi reali da attivare;
- la pubblicazione, a cura degli autori, presso il sito dell'INDIRE;
- l'offerta di un servizio di consulenza in rete, per le scuole, sul progetto, della durata di almeno un anno a partire dalla pubblicazione sul sito.

### I progetti nazionali

A livello nazionale sono stati presentati 562 progetti che hanno coinvolto 2106 istituti scolastici (istituti capofila e istituti partner) pari al 15% del totale degli istituti in Italia. (per un approfondimento statistico dei progetti presentati si può vedere sul sito dell'INDIRE [http://www.bdp.it/set/area1\\_esperienzescuole/cm131/3.htm](http://www.bdp.it/set/area1_esperienzescuole/cm131/3.htm)).

I progetti selezionati e finanziati sono stati 27 e sono attualmente presenti sul sito dell'INDIRE alla pagina "Prodotti".

### Il coinvolgimento delle scuole e degli Enti dell'Emilia Romagna

Il coinvolgimento degli istituti scolastici e degli Enti della nostra regione è stato vistoso: su 27 progetti finanziati ben 10 (pari al 37% del totale) vedono coinvolte istituzioni regionali.

Dal punto di vista quantitativo il coinvolgimento si può rilevare dalla seguente tabella

N. scuole	Obbligo	Post-obbligo	
38	22	16	
N. Enti	IRRE-E.R.	Università e CNR	Altro
27	3	11	13

Si può osservare che la rete di collaborazione fra Istituti scolastici e Enti è stata particolarmente ricca sia dal punto di vista quantitativo sia da quello qualitativo: nella collaborazione con le scuole oltre all'IRRE e all'Università/CNR sono presenti Musei, Enti privati e Assessorati diversi.

### I tre Progetti coordinati dall'IRRE Emilia Romagna

L'IRRE Emilia Romagna ha curato il coordinamento di tre Progetti nazionali, che possono costituire un ideale percorso di continuità nell'insegnamento matematico-scientifico:

- *I linguaggi della matematica e delle scienze e la razionalizzazione di fenomeni ed esperienze comuni* (rivolto principalmente alla scuola elementare);
- *Modellizzazione matematica elementare e approccio alle teorie in campo matematico e scientifico* (rivolto principalmente alla scuola media e al biennio delle scuole superiori);
- *Elementi di statistica e probabilità con l'ausilio delle calcolatrici grafiche* (rivolto principalmente alla scuola superiore).

I materiali presenti nei tre progetti possono essere utilizzati direttamente nella pratica didattica quotidiana, ma possono essere anche un valido strumento per la formazione iniziale e in servizio degli insegnanti dell'area scientifico-matematica.

La scelta di fondo è stata quella di selezionare esperienze didattiche innovative e ampiamente sperimentate accompagnate dall'analisi dei fenomeni osservati, in particolare la descrizione e l'interpretazione dei comportamenti degli insegnanti e degli allievi. Tutti i materiali possono essere scaricati dalla rete ed è previsto un servizio di consulenza in rete alle scuole su ognuna delle unità di lavoro presentate. Inoltre ogni unità di lavoro presenta elementi che possono essere utilizzati dai docenti per un'inquadramento all'interno della programmazione didattico-disciplinare, (prerequisiti, obiettivi e metodi).

I tre progetti sono oggetto di due degli articoli seguenti. Vista la ricchezza qualitativa e quantitativa dei progetti nazionali che coinvolgevano scuole e Istituzioni della regione, abbiamo pensato di inserire anche due altri contributi illustrativi di progetti che hanno poi avuto sviluppi in attività tuttora in corso.

### Riflessioni sull'esperienza: un possibile modello di formazione in rete

L'esperienza di coordinamento dei tre Progetti SeT coordinati da IRRE-ER ha, a nostro avviso, messo in luce alcune potenzialità legate alla formazione degli insegnanti attraverso l'uso di Internet.

Per quanto riguarda gli insegnanti che hanno prodotto le unità di lavoro emergono alcune indicazioni: le competenze informatiche sono in tutti i casi aumentate, si è passati dalla produzione di articoli o di dossier di lavoro alla preparazione autonoma di percorsi adatti alla messa in rete, quindi con particolari caratteristiche (dalla sequenzialità di una comunicazione scritta o orale alla struttura ad albero tipica della rete).

In alcuni casi gli autori hanno costruito i materiali attraverso un gruppo di discussione virtuale, appositamente costruito, pertanto sono stati sufficienti solo quattro incontri di coordinamento per ottenere sia la produzione di materiali omogenei sia la realizzazione del sito.

Per quanto riguarda il versante degli insegnanti fruitori non è possibile valutare l'impatto dei Progetti su scala nazionale, ma dove questi sono stati adeguatamente presentati (in regione sono state organizzate tre iniziative IRRE di presentazione, a Bologna, Reggio Emilia e Rimini) essi hanno riscosso l'interesse degli insegnanti.

Ci pare che questo materiale possa essere utilizzato dagli insegnanti di Matematica e Scienze per attività di autoaggiornamento, anche se è auspicabile un coordinamento che supporti i docenti nella lettura critica dei documenti in rete.

**Linguaggi scientifici e Modellizzazione Matematica:  
due progetti SeT per la formazione degli insegnanti**

*Rossella Garuti*

**Introduzione**

Lo scopo di questo articolo è quello di presentare alcuni criteri che sono stati elaborati e usati per selezionare materiali per la formazione degli insegnanti da diffondere attraverso Internet. I due progetti SeT<sup>11</sup> in questione sono stati selezionati nell'ambito dell'iniziativa promossa dal MIUR nel 2000 nota col nome di C.M.131 (Materiali per l'educazione scientifica e tecnologica). Uno degli aspetti più interessanti di questa iniziativa era costituito dal fatto che componenti diverse erano chiamate a presentare progetti: istituzioni scolastiche, enti pubblici o privati interessati alla didattica e alla divulgazione scientifica, università. Nel nostro caso gli attori sono stati molteplici: Nuclei Di Ricerca in Didattica della Matematica delle Università di Modena, Pisa e Genova, insegnanti-ricercatori afferenti ai Nuclei di Ricerca, scuole elementari, medie e superiori operanti in diverse parti del territorio nazionale (Liguria, Piemonte, Toscana e Emilia Romagna) e IRRE Emilia Romagna. Per i Nuclei di ricerca in Didattica della Matematica il SeT ha rappresentato una occasione per passare dalla "ricerca per l'innovazione" [cfr. Arzarello & Bartolini Bussi, 1998 e Bartolini Bussi, 2001] ad una diffusione su larga scala di risultati di ricerca in termini di materiali utili per l'insegnamento e la formazione iniziale e in servizio degli insegnanti.

Le "ricerche per l'innovazione" rappresentano le radici culturali dei due progetti SeT in questione<sup>12</sup> e sono caratterizzate dai seguenti elementi:

- Tre componenti sono sempre presenti: la componente epistemologica, relativa all'analisi dei contenuti matematici; la componente cognitiva relativa all'analisi dei processi di apprendimento, sia individuali sia sociali; e la componente didattica relativa all'analisi delle situazioni in classe.
- La controparte sperimentale alla ricerca teorica, attraverso una relazione dialettica fra l'evoluzione del quadro teorico di riferimento e l'analisi di esperimenti didattici.
- Il ruolo degli insegnanti coinvolti nei Gruppi di Ricerca come "insegnanti-ricercatori": in quanto membri del gruppo di ricerca essi condividono le scelte relative ai problemi di ricerca, la pianificazione e l'analisi dei risultati delle sperimentazioni e l'evoluzione del quadro teorico.

In questo articolo tratteremo alcuni aspetti dei Progetti SeT elaborati congiuntamente nei Nuclei di Ricerca di Genova, Modena e Pisa:

- I) *I linguaggi della matematica e delle scienze e la razionalizzazione di fenomeni ed esperienze comuni* (13 Unità di lavoro indirizzate soprattutto alla scuola elementare);
- II) *Modellizzazione matematica elementare e approccio alle teorie in campo matematico e scientifico* (14 Unità di lavoro rivolte principalmente alla scuola media e al biennio della scuola secondaria di secondo grado).

<sup>11</sup> I 27 Progetti SeT selezionati sono accessibili sul sito dell'INDIRE [http://www.bdp.it/set/area1\\_esperienzescuole/131/5.htm](http://www.bdp.it/set/area1_esperienzescuole/131/5.htm)

<sup>12</sup> I due progetti in questione sono accessibili attraverso il sito dell'IRRE Emilia Romagna [www.irreer.it](http://www.irreer.it)

Per gli insegnanti dei Nuclei di Ricerca e i ricercatori dell'IRRE Emilia Romagna coinvolti, il Progetto SeT ha rappresentato una sfida che può essere espressa nel seguente modo:

- a) Come comunicare all'esterno alcuni dei risultati della ricerca in didattica della matematica?
- b) Come rendere fruibili questi risultati ad insegnanti che non hanno partecipato alla ricerca?
- c) Come utilizzare per questo scopo Internet?

### Quali risultati di ricerca diffondere attraverso la rete?

La scelta di fondo, in accordo con precedenti ricerche nazionali ed internazionali [cfr. Boero, Parenti & Dapueto, 1996; Clements, 2002; Ruthven, 2002] è stata quella di selezionare esperienze didattiche innovative e ampiamente sperimentate accompagnate dall'analisi dei fenomeni osservati, in particolare la descrizione e l'interpretazione dei comportamenti degli insegnanti e allievi.

Le ragioni di questa scelta dipendevano sia dalla letteratura internazionale su tale tema, sia da esperienze locali svolte in anni precedenti. Entrambe queste fonti giungono alla medesima conclusione: esperienze didattiche innovative se non inserite in un quadro teorico che rendesse esplicite le loro motivazioni e l'interpretazione dei comportamenti degli allievi sono, in genere, difficilmente riproducibili; d'altra parte i risultati della ricerca teorica hanno uno scarso impatto nelle scelte professionali degli insegnanti se non sono accompagnati da esempi concreti e da esperimenti didattici ben documentati. In altre parole bisognava tentare di integrare senza confonderli due elementi fondamentali: la pratica e la teoria.

In termini concreti questa scelta si è tradotta in macro-criteri per organizzare i materiali.

Ogni Unità di Lavoro nasce da una sperimentazione ampia e prolungata nel tempo (da insegnanti diversi, in anni diversi e spesso con notevoli cambiamenti nella gestione didattica delle attività). Ogni Unità di Lavoro presenta tre tipi di informazione:

- I) Un *percorso didattico* (corrispondente a circa 20 ore di lavoro in classe) diviso in situazioni didattiche. Per ognuna delle situazioni didattiche sono previste indicazioni *per l'insegnante* riguardanti la gestione dell'attività (lo scopo, quali elementi tenere sotto controllo, quali elementi osservare, etc.) ed esempi di protocolli commentati prodotti *dai ragazzi* (strategie di soluzione, stralci di discussione, ipotesi prodotte, etc.).
- II) Motivazioni generali e obiettivi dell'Unità di Lavoro: riferimenti ai programmi vigenti (*per programmare*), prerequisiti richiesti (*per realizzare*), scelte didattiche generali (*quali scelte*) e aspetti teorici cruciali relativi all'Unità di lavoro (*parole chiave*).
- III) I links con altre Unità di Lavoro riguardanti lo stesso campo di esperienza (per esempio: il "grappolo" delle *Ombre del Sole*, il grappolo degli *Ingranaggi* o quello della *Rappresentazione del mondo visibile*) e una breve *sintesi* del contenuto dell'Unità di Lavoro.

Nella home page di ognuno dei due Progetti SeT sono messe in evidenza:

- I) Le scelte culturali e didattiche generali esplicitate dal punto di vista teorico (*parole chiave*);
- II) Una sorta di "palestra" (*esercitazioni*) dove si illustrano in modo interattivo le scelte culturali precedenti (ad esempio le possibili interpretazioni di un elaborato dei ragazzi o le possibili conduzioni di una discussione matematica collettiva).



### Un esempio: navighiamo in una Unità di Lavoro

In Fig. 1 si vede la pagina di apertura dell'Unità di Lavoro "...dagli ingranaggi alle ruote", relativa al campo di esperienza degli Ingranaggi. Essa è rivolta ad alunni della scuola elementare. Poche righe descrivono il contenuto e lo scopo dell'Unità di lavoro: "L'introduzione nella classe del campo di esperienza degli ingranaggi favorisce la produzione di ipotesi, l'argomentazione e, anche con alunni molto giovani, l'approccio al sapere teorico. La teoria in gioco è la cinematica in relazione a problemi di funzionamento degli ingranaggi".

Il bottone principale (*percorso didattico*) permette di accedere alle sequenze didattiche.

I bottoni in alto consentono di tornare alla *home page* del Progetto o dell'Unità di Lavoro che si sta esaminando, di passare ad altre Unità di Lavoro relative allo stesso campo di esperienza (*grappolo*), di vedere la struttura dell'Unità di Lavoro e una *sintesi* dei contenuti coinvolti. Un bottone permette inoltre di scaricare l'Unità di Lavoro per evitare di rimanere connessi alla rete troppo a lungo e un altro ancora di mandare una E-mail agli autori per eventuali richieste di spiegazioni o suggerimenti.

I bottoni in basso (*chi siamo*, *quali scelte*, etc.) forniscono informazioni sugli autori delle Unità di Lavoro, sulle principali scelte didattiche, sui legami con i programmi vigenti e le condizioni necessarie per sperimentare in classe il percorso didattico proposto. Infine un bottone conduce alle principali *parole chiave* coinvolte nell'Unità di Lavoro.

Scuola di base      Unità di lavoro M      ... dagli ingranaggi alle ruote ...     

home progetto    home unità lavoro    grappolo    struttura U.L.    sintesi U.L.    download U.L.    per scrivervi

L'introduzione nella classe del campo di esperienza degli ingranaggi favorisce la produzione di ipotesi, l'argomentazione e, anche con alunni molto giovani, l'approccio al sapere teorico. La teoria in gioco è la cinematica in relazione a problemi di funzionamento degli ingranaggi.

**il percorso didattico**

Motore a lucertola per tartarughe stanche, tratto da "Le macchine di Munari", Einaudi

chi siamo    quali scelte    per programmare    per realizzare    parole chiave    schedario

Fig. 1

Nel riquadro seguente, che introduce la prima attività, si descrive brevemente cosa devono fare i ragazzi e cosa deve osservare l'insegnante. Due bottoni al centro conducono ai suggerimenti *per l'insegnante* e ai materiali prodotti dai ragazzi. I bottoni situati in alto e in basso descritti precedentemente rimangono sempre disponibili qualunque sia la pagina dell'Unità di Lavoro nella quale si sta navigando.

**A1. Manipolazione/esplorazione di oggetti concreti contenenti ingranaggi di ruote dentate. Copia dal vero del frullatore manuale e disegno di una macchina fantastica.**

L'insegnante può introdurre l'attività sugli ingranaggi attirando l'attenzione sulle caratteristiche di un oggetto portato in classe da lei o da un alunno. Per stimolare la curiosità degli allievi e favorire il riconoscimento degli ingranaggi e delle ruote dentate, può utilizzare l'idea di una collezione. Dopo aver dato spazio alla manipolazione degli oggetti raccolti, l'insegnante ne sceglie uno, il frullatore manuale, e lo sottopone all'attenzione degli alunni. Li invita, a turno, alla manipolazione guidata dell'oggetto e orienta l'esplorazione con una serie di domande che hanno lo scopo di focalizzare l'ingranaggio e le ruote dentate e di costruire un linguaggio più chiaro per la loro descrizione: Com'è fatto questo oggetto? Come funziona? Cosa gli dà movimento? Dove si trovano le ruote? Come sono disposte? Che forma hanno? Come si muovono?

L'alunno, col disegno dal vero, è posto ancora di fronte alla necessità di considerare attentamente le particolarità dell'oggetto.

L'insegnante lo incoraggia e lo rassicura, accettando e valorizzando fin da subito il suo prodotto. La consegna può essere di questo tipo: "Osserva attentamente il frullatore manuale. Prova a disegnarlo rappresentando con cura ogni particolare"

Per rafforzare l'approccio ludico si invitano i bambini ad inventare macchine fantastiche con ingranaggi di ruote dentate.

## **Il cuore delle Unità di lavoro**

Nella figura precedente, dove vengono introdotte le situazioni didattiche, sono presenti due "bottoni", uno verde e uno rosso: *per l'insegnante e dai ragazzi*. A mio essi rappresentano il cuore di questa avventura dei Progetti SeT. Il primo bottone fornisce suggerimenti all'insegnante su come condurre le attività in classe e su come analizzare i risultati dei ragazzi. Lo stile di presentazione porta a decisioni da condividere piuttosto che regole da seguire.

Il secondo bottone, *dai ragazzi*, dà accesso a diversi esempi prodotti dai ragazzi selezionati tra i più significativi, sono generalmente commentati e rappresentano una sorta di ventaglio dei possibili comportamenti degli allievi. Naturalmente la varietà degli esempi dipende dalle specifiche situazioni didattiche: se essa consiste in un problema da risolvere i protocolli degli allievi rappresentano in genere strategie diverse di soluzione. In altri casi i protocolli consistono in estratti di discussioni in classe commentati dall'insegnante oppure può capitare che la consegna consista nella produzione di ipotesi, in questo caso i protocolli sono una selezione di queste ipotesi. In ogni caso la scelta dei protocolli è funzionale a quello che l'insegnante deve considerare al fine di procedere con il lavoro.

Un altro elemento importante per il lavoro degli insegnanti è rappresentato dai cosiddetti *grappoli* essi rappresentano un ideale percorso verticale all'interno dello stesso campo di esperienza. Ci sembra queste un elemento significativo dal momento che in molte scuole si sta cercando di costruire curricula verticali di insegnamento, che le Indicazioni Nazionali sia per la scuola primaria sia per la secondaria di 1° grado presentano, per la matematica, lo sviluppo verticale di alcuni nuclei fondanti che si declinano dalla scuola dell'infanzia alla scuola superiore. In Fig. 2 un esempio di *grappolo* relativo al campo di esperienza *ruote e ingranaggi*.

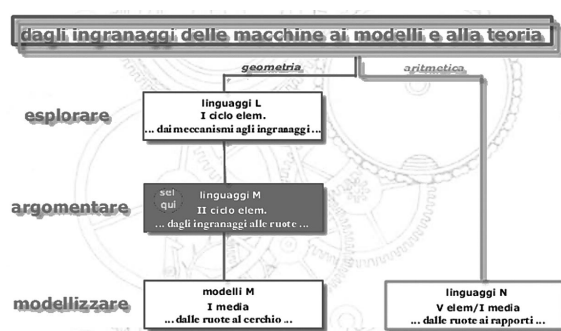


Fig. 2

## La home page di uno dei progetti

Quando si entra in questa pagina si possono trovare altre possibilità di accesso agli aspetti rilevanti del quadro teorico di riferimento. Per esempio è presente un bottone per la Presentazione del Progetto, un altro rimanda ai Programmi vigenti e ai Curricoli 2001 (riferimenti esterni) e un altro ancora alle parole chiave e ai metodi. Nella *home page* del progetto è inoltre presente un'altra opportunità di approfondimento di alcuni aspetti rilevanti del quadro teorico: le *esercitazioni*, possibili interpretazioni di protocolli o di modi di dirigere una discussione in classe presentati in modo interattivo (Fig. 3)

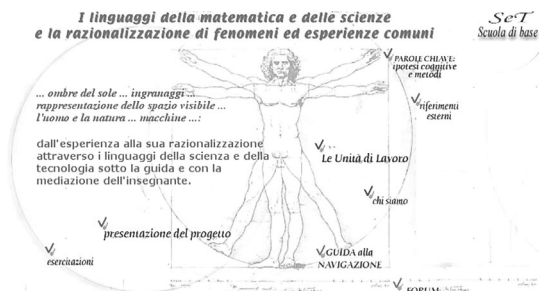


Fig. 3

## Come sfruttare le opportunità offerte da Internet e sfuggire alle relative limitazioni?

È ben noto che Internet offre molte opportunità, ma anche severe limitazioni rispetto al modo tradizionale (libri, articoli, conferenze, etc.) di comunicare informazioni. In particolare Internet permette agli insegnanti di ottenere informazioni a basso costo e in modo abbastanza facile, di selezionare le informazioni utili in breve tempo tuttavia leggere e capire lunghi documenti può essere molto più faticoso che sulla carta e spesso si perde di vista la visione complessiva delle informazioni. Tenuto conto di queste opportunità e vincoli sono state fatte le seguenti scelte:

- I) La possibilità di approcci diversi sia attraverso una organizzazione gerarchica delle sequenze didattiche sia attraverso la possibilità di accedere agli strumenti teorici da più punti.

- II) La possibilità di differenti livelli di dettaglio: dal titolo al contenuto didattico.
- III) La presenza in ogni Unità di lavoro di una *sintesi*, utile per avere una visione complessiva dell'Unità in esame senza dover entrare troppo in dettaglio, e di un *grappolo* che esplicita i collegamenti con altre Unità di lavoro presenti nei due progetti. Questo può essere utile agli insegnanti per costruire un percorso verticale di continuità dalla scuola elementare alla scuola media o al biennio delle superiori.
- IV) La possibilità di scaricare (download) sia l'intera Unità sia parti di essa (ad esempio le schede di lavoro o di verifica per gli studenti).

Per garantire un supporto agli insegnanti fruitori e per avere un ritorno per gli insegnanti e i ricercatori coinvolti sono previsti due tipi di *forum* di discussione: uno per ogni progetto generale e uno per ogni unità di lavoro

### Alcuni risultati

È difficile valutare l'impatto dei Progetti su scala nazionale: I Progetti SeT sono stati messi on line nel giugno del 2002, ma soprattutto poco è stato fatto per promuovere la conoscenza di questi progetti fra gli insegnanti.

Emergono tuttavia alcune indicazioni interessanti dal versante degli insegnanti autori: le competenze informatiche di questi sono in tutti i casi aumentate e si è passati dalla preparazione di rapporti di ricerca interni ai Nuclei alla produzione autonoma di percorsi da mettere in rete strutturati secondo le esigenze di Internet (dalla sequenzialità di una comunicazione scritta od orale alla struttura ad albero tipica della rete). Un altro elemento che sta emergendo è il seguente: nelle realtà dove i materiali sono stati diffusi (ad esempio in Emilia Romagna) si sono formati nelle scuole diversi gruppi di insegnanti impegnati in auto-aggiornamento su questi materiali confermando almeno in parte la fruibilità di questi materiali per la formazione in servizio degli insegnanti. Questo aspetto ci pare particolarmente interessante perché momenti di lavoro fra insegnanti nei quali si discute non solo di programmazioni e del lavoro di tutti i giorni, ma anche e soprattutto di scelte culturali e didattiche di fondo ci sembra fondamentale in un momento di grande cambiamento per la scuola come quello che stiamo attraversando.

### Bibliografia

- ARZARELLO, F. & BARTOLINI BUSSI, M.G.: 1998, 'Italian Trends of Research in Mathematics Education: A National Case Study in the International Perspective', in J. Kilpatrick & A. Sierpiska (Eds.), *Mathematics Education as a Research Domain: A Search for Identity*, (pp. 243-262), Kluwer A. P., Dordrecht
- BARTOLINI BUSSI, M.G.: 2001, 'Ricerca in didattica della matematica: alcuni studi italiani', *Bollettino UMI- serie VIII*, Vol. IV-A, Aprile 2001.
- BOERO, P.; DAPUETO, C. & PARENTI, L.: 1996, *Didactics of Mathematics and the Professional Knowledge of Teachers*, in A. J. Bishop & al. (Eds.), *International Handbook of Mathematics Education*, pp. 1097-1122, Kluwer A. P., Dordrecht.
- CLEMENTS, D.H.: 2002 'Linking Research and Curriculum Development', in L. English (Ed.), *Handbook of International Research in Mathematics Education*, pp. 599-630, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, N. J.
- GARUTI, R.: 2003, *From Research in Mathematics Education to Teachers' Training through Internet*, Atti del 3° Congresso ERME, Rimini.
- RUTHVEN, K.: 2002, *Linking Researching with Teaching: Towards Synergy of Scholarly and Craft Knowledge*, in L. English (Ed.), *Handbook of International Research in Mathematics Education*, pp. 581-598, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, N.J.

**L'insegnamento della statistica e della probabilità con le piccole tecnologie:  
le calcolatrici grafico-simboliche**

*Roberto Ricci*

**Introduzione**

Una delle difficoltà maggiori nell'attività didattica è quella di trovare una strada percorribile per riuscire a proporre agli studenti pre-universitari dei percorsi di apprendimento che consentano ai più di comprendere gli aspetti essenziali degli argomenti presentati, senza però precludere a quelli maggiormente motivati e dotati un doveroso approfondimento. Se queste considerazioni hanno un valore del tutto generale, sono a maggior ragione valide per l'insegnamento della statistica e della probabilità, ormai previste per tutti gli indirizzi ed i livelli dell'istruzione secondaria. L'uso consapevole della tecnologia può permettere, al contrario di quanto sostenuto in modo un po' frettoloso da molti, di privilegiare il ragionamento e la riflessione e, soprattutto, di individuare più facilmente ciò che è essenziale per la comprensione dell'argomento proposto rispetto a ciò che può essere circoscritto ad un momento di approfondimento per gli studenti più motivati. La recente introduzione della statistica nei programmi di matematica della formazione pre-universitaria ha reso l'aspetto suddetto ancora più evidente. Molti testi propongono delle modalità didattiche di presentazione della disciplina talvolta non pienamente efficaci, senza riservare un adeguato spazio al valore interpretativo degli strumenti presentati, trascurando quindi che, sovente, la dimostrazione teorematologica non è il momento primo per la comprensione di un concetto, specie in una disciplina come la statistica.

Scopo del presente articolo è quello di mostrare come le calcolatrici grafico-simboliche<sup>13</sup> consentano di proporre graficamente il significato dei concetti introdotti. Esse sono un interessante esempio di come le nuove tecnologie possano rappresentare un valido supporto alla didattica della matematica, consentendo di evitare una presentazione non sempre adeguatamente efficace ed accessibile per gli studenti. Spesso la statistica e la probabilità vengono affrontate in modo eccessivamente formale senza mettere in adeguata luce il valore interpretativo dei concetti introdotti, creando in questo modo nell'allievo un'idea distorta della disciplina.

L'uso delle nuove tecnologie deve portare con sé un'attenta riflessione circa la ricaduta sull'attività didattica generale. A volte non viene riservata un'attenzione sufficiente a questi aspetti, con il rischio di creare degli elementi di disomogeneità nel delicato processo di insegnamento ed apprendimento. L'utilizzo consapevole delle calcolatrici grafico-simboliche può contribuire a superare l'artificiosa e non produttiva separazione tra l'attività di laboratorio e quella consueta svolta secondo metodologie didattiche più tradizionali. Sovente si ricorre alle nuove tecnologie solo per dar prova di qualche ente concettuale introdotto in maniera teorica. Sembra di poter affermare che questa sia ancora una modalità non pienamente condivisibile, poiché un uso appropriato delle diverse strumentazioni deve mirare principalmente ad un approccio "laboratoriale" verso lo studio della matematica e delle discipline scientifiche in generale. In questo senso la calcolatrice grafico-simbolica presenta indubbi vantaggi rispetto al laboratorio d'informatica, da essa integrato e non sostituito. La praticità nell'uso e la relativa economicità consentono agli studenti di avere sul banco uno

<sup>13</sup> Nel presente progetto sono state utilizzate le calcolatrici grafico-simboliche TI-89 e TI-92 Plus.

strumento che permette loro di proporre e verificare congetture con una facilità e una precisione non sempre possibili con un *personal computer*. La diffusione degli strumenti informatici in buona parte degli istituti di istruzione secondaria pone certamente il problema del confronto tra le potenzialità di questi ultimi con quelle delle calcolatrici grafico-simboliche. Oltre agli ovvi vantaggi forniti dalla disponibilità anche in ambienti non specificamente attrezzati come i laboratori di informatica, le calcolatrici grafico-simboliche consentono, per esempio, maggiore facilità nell'esplorazione grafica dei fenomeni. Si aggiunga a ciò la possibilità di collegare queste calcolatrici anche ad altre strumentazioni che possono trovare applicazione nei laboratori di fisica e chimica, favorendo così una visione integrata delle discipline scientifiche, tante volte invocata e raramente perseguita. Una tale modalità d'insegnamento della matematica ha dato inoltre risultati apprezzabili sul lato della motivazione allo studio degli allievi i quali hanno potuto in parte trovare una risposta al loro più o meno latente interrogativo sull'utilità degli enti concettuali introdotti.

### **Il progetto “Elementi di statistica e probabilità con l'ausilio delle calcolatrici grafiche”**

Il progetto è il frutto della collaborazione durata più di un anno tra docenti<sup>14</sup> di diversi istituti superiori<sup>15</sup> grazie ad un finanziamento previsto dalla C.M. 131.

Tutto il materiale prodotto è stato organizzato in forma ipertestuale in modo da renderlo consultabile in rete e che le schede di lavoro siano facilmente scaricabili. Il prodotto finale è presente in rete all'indirizzo: [http://www.bdp.it/set/area1\\_esperienzescuole/cm131/5.htm](http://www.bdp.it/set/area1_esperienzescuole/cm131/5.htm).

Gli obiettivi principali progetto sono stati quelli di utilizzare le calcolatrici per spostare l'attenzione dai calcoli ai concetti e di costruire un percorso duttile, adattabile e validato in classe che altri insegnanti possano utilizzare nella loro attività con gli studenti.

La metodologia scelta fa riferimento all'idea di *Laboratorio* inteso come costruzione di concetti a partire dall'analisi di situazioni reali e non semplicemente come un ambiente chiuso e attrezzato, in cui è possibile svolgere un certo numero di esperimenti e dimostrazioni. Infatti nelle indicazioni ministeriali del progetto SeT, il *Laboratorio* è inteso come “*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*”.

Gli argomenti che il gruppo ha scelto di trattare, sono stati suddivisi in sette “Unità di Lavoro” della durata massima di 20 ore (lavoro in classe):

1. Analisi di dati: codifica, rappresentazioni grafiche e indici
2. La regressione lineare
3. La regressione “non lineare”
4. Giochiamo con la probabilità e la statistica
5. Probabilità: simulazione
6. Distribuzioni di probabilità
7. L'inferenza statistica.

<sup>14</sup> D. Bonamici, M. Codini, G. Frilli, G. Grassi, M. Lacchini, P. Nanetti, M. Persico, R. Ricci, S. Rossetto, M.C. Silla.

<sup>15</sup> I.T.C.S. “G. Salvemini” di Casalecchio di Reno (BO), I.T.C.S. “E. Mattei” e I.T.I.S. “E. Majorana” di San Lazzaro di Savena (BO), L.S.S. “G. Ricci Furbastro” di Lugo (RA), I.T.T.S. “G. Mazzotti” di Treviso.

Ogni Unità di Lavoro è costituita da:

- una presentazione in cui sono indicati prerequisiti, obiettivi e metodi;
- schede di lavoro per gli studenti con la proposta di una situazione problematica e indicazioni sull'utilizzo della calcolatrice;
- schede-guida per i docenti in cui vengono fornite indicazioni metodologiche, riferimenti bibliografici e riflessioni legate alla sperimentazione in classe.

Ogni unità di lavoro è stata sperimentata in almeno due classi da un docente diverso da coloro che avevano predisposto l'unità stessa. Ciò ha permesso di apportare modifiche e correzioni nella fase di revisione seguita alla sperimentazione.

### **Alcuni risultati della sperimentazione**

La sperimentazione ha fornito risultati incoraggianti e in parte imprevisi. Molto spesso gli allievi si sono dimostrati propositivi e portatori di soluzioni non previste. In particolare la disponibilità di un agevole ambiente integrato come quello delle calcolatrici grafico-simboliche ha permesso di riservare maggiore attenzione all'aspetto interpretativo della statistica e della probabilità, rendendo invece secondario quello più propriamente calcolatorio.

Sovente la disponibilità di una calcolatrice per ogni studente ha svolto un ruolo positivo sotto il profilo motivazionale. Buona parte degli allievi ha compreso le potenzialità esplorative dello strumento e si è sentita incoraggiata a proporre soluzioni personali.

Come accennato nella introduzione, l'utilizzo delle tecnologie richiede un ripensamento complessivo dell'azione didattica poiché si introducono dei cambiamenti non secondari e che devono essere tenuti in debita considerazione. In particolare l'uso delle calcolatrici ha reso più evidente la differenza dei livelli di preparazione e di motivazione degli allievi. Certamente ciò è un fatto di per sé positivo, ma che richiede un'attenta progettazione didattica *a priori*.

### **Le potenzialità della TI-92 nella diversificazione dei livelli di approfondimento**

Le unità di lavoro sono state elaborate partendo sempre dalla proposizione di un caso e i diversi concetti vengono presentati come possibili strumenti risolutivi di un problema svolto in tutte le sue parti, sia per quanto riguarda l'aspetto concettuale sia per quanto attiene le procedure della TI-92. Per alcuni argomenti, specie quelli più complessi, sono stati individuati due percorsi caratterizzati da un livello differenziato di approfondimento, in modo che sia più facile distinguere l'imprescindibile aspetto interpretativo da quello più propriamente formale. Le *Flash Application* della TI-92 consentono abbastanza agevolmente di tracciare per ogni argomento un percorso nel quale lo studente debba "solo" riflettere sul significato interpretativo dello strumento statistico oggetto di studio ed uno nel quale egli debba trovare il modo per costruire lo strumento stesso, inteso come oggetto di apprendimento sul quale operare in modo consapevole e critico.

### **Considerazioni conclusive**

Partendo dalla consapevolezza delle differenze culturali tra la matematica e la statistica e puntando sulle sinergie che si possono realizzare, pare possibile superare la difficoltà sempre crescente di motivare gli allievi ad un approccio razionale e scientifico verso il mondo che li circonda. Le diversità tra le discipline devono essere colte come occasioni di arricchimento.

chimento reciproco volto a perseguire l'obiettivo comune e primario di formare un cittadino in grado di muoversi consapevolmente nel contesto socio-culturale nel quale si trova inserito.

Tale esigenza ha ormai trovato risposta nei sistemi formativi dei principali paesi avanzati e se non ci si vuole avvitare in un processo di marginalizzazione del nostro sistema educativo, è necessario cercare di fornire concrete risposte alle istanze che emergono nei settori più attenti della ricerca didattica e disciplinare italiana ed internazionale. Ciò ovviamente non può prescindere dalla predisposizione di un adeguato piano di aggiornamento e formazione dei docenti, anche mediante modalità alternative a quelle tradizionali.

I profondi cambiamenti che stanno interessando la Scuola italiana richiedono una riflessione sulle modalità di trasmissione del sapere scientifico, anche alla luce di risultati non sempre incoraggianti ottenuti nel passato. Le nuove tecnologie possono presentare un valido ausilio per cercare nuovi strumenti didattici da affiancare a quelli consolidati in una lunga prassi d'insegnamento.

Gli spunti di riflessione proposti vogliono fornire un esempio dei vantaggi rappresentati da un ambiente integrato come quello della calcolatrice grafico-simbolica. Esso infatti consente approfondimenti nell'analisi grafica difficilmente ottenibili, per esempio, con un foglio di calcolo elettronico non specifico. Tale versatilità favorisce un atteggiamento più propositivo degli allievi verso argomenti presentati loro in forma di problema e di fenomeni da interpretare, obiettivo molto interessante non solo nello studio della statistica e della probabilità, ma delle discipline scientifiche in generale.

Le prime esperienze condotte in classe sembrano dare riscontro di quanto affermato, anche sotto il profilo della motivazione, aspetto di indiscutibile importanza quando ci si rivolge ad un pubblico così ampio e variegato come quello degli studenti della scuola secondaria.

### Bibliografia

- G.C. BAROZZI, S. CAPPuccio (1997), *Le calcolatrici grafiche nell'insegnamento della matematica*, Pitagora Editrice, Bologna.
- G. GALMACCI (2002), *Statistica e informatica, Induzioni*, 25, (pp. 69-84).
- M. IMPEDOVO (1999), *Matematica: insegnamento e computer algebra*, Springer Verlag, Milano.
- M.G. OTTAVIANI (1996), Il computer nella didattica della statistica, in M.G. OTTAVIANI (a cura di) *Atti della giornata di studio "Multimedialità e nuove forme di didattica. Statistici ed esperti a confronto"*, (p. 29-39).
- R. RICCI (2001), La statistica nella scuola secondaria superiore: un problema culturale e didattico, *Statistica*, 61, n. 2, (p. 213-229).
- I. SCARDOVI (1986), La legge statistica, la sua natura inerziale, la sua genesi induttiva, *Nuova Secondaria*, 10, (p. 29-31).
- R. SNEE (1993), What's Missing In Statistical Education?, *The American Statistician*, 47, (p. 149-154).
- H. STEINBRING (1990), The Nature of Stochastic Knowledge and the Traditional Mathematics Curriculum – some experience with in-service training and developing materials, in A. Hawkins (Ed.), *Training Teachers to Teach Statistics*, ISI, Voorburg, The Netherlands.



## **Cielo! nascita, evoluzione e diffusione di un'esperienza.**

*Angela Turrichchia, Leopoldo Benacchio, Grazia Zini, Maria Grazia Pancaldi, Marisa Sasso, Giovanna Mistrello, Maria Somenzi*

### **Introduzione**

Forse il termine introduzione non è corretto, ma desidereremmo in queste pagine fare un poco il punto su come è la situazione del progetto Cielo! al momento attuale, cioè quattro anni ormai dal termine della sperimentazione e quindi dal momento di consegna del materiale al MIUR facendo un riferimento particolare a come si è diffuso nella regione Emilia Romagna cui è diretto l'opuscolo di cui questo testo fa parte.



Una delle maggiori difficoltà che abbiamo incontrato è stato come fare una divulgazione del prodotto ottenuto sul territorio. A livello nazionale il sito del Ministero, dove sono stati inseriti i materiali

prodotti, è rimasto non visibile per lungo tempo e ci siamo immediatamente resi conto che tempi lunghi fanno sì che il gruppo iniziale perda la spinta a procedere e a continuare a lavorare assieme. D'altra parte, un gruppo che si occupi di costruire e sperimentare materiali didattici non può restare sempre formato dalle stesse persone perché questo rischia di irrigidire la produzione in schemi prestabiliti e predeterminati a seconda delle competenze del gruppo stesso; abbiamo però ritenuto importante che, se possibile, alcuni partecipanti al gruppo rimanessero come punti di riferimento per ulteriori iniziative.

Si è pertanto deciso di mantenere aperto il sito che era stato creato ad hoc per il progetto [www.polare.it](http://www.polare.it) che attualmente raccoglie i materiali collegati alla didattica dell'Astronomia prodotti dal gruppo o da membri del gruppo iniziale. In questo sito sono pubblicati i moduli di Cielo! successivamente tradotti anche in inglese a cura di INAF - Osservatorio Astronomico di Padova. Per dare una diffusione cartacea al materiale abbiamo scelto di fare circa 400 stampe in bianco e nero (a cura del Comune di Bologna) che abbiamo diffuso sia a insegnanti della provincia che a livello nazionale. Complessivamente quasi tutte le realtà territoriali che hanno partecipato all'iniziativa hanno collaborato alla divulgazione del materiale: ad esempio ancor prima del termine dell'esperienza si è deciso di cominciare la diffusione dei materiali attraverso una mostra di lavori che è stata curata dal gruppo di docenti di Treviso<sup>16</sup> che successivamente hanno partecipato ad una mostra ulteriore portando proprio alcune esperienze eseguite in Cielo!; a Bologna si è presentata l'esperienza fatta ad un incontro di insegnanti appositamente contattati; a Padova l'esperienza ha portato INAF-Osservatorio Astronomico alla collaborazione con il Comune per il Vivipadova (una esperienza che dura ormai da tre anni) e che ha portato alla scelta di alcune unità di Cielo! da presentare alle scuole; a Ferrara moduli di Cielo! vengono utilizzati all'interno delle SSISS.

All'interno delle singole scuole il materiale risulta poi ancora ampiamente usato nelle classi.

Attualmente sappiamo che Cielo! e parti di esso sono utilizzati da diverse scuole della nostra regione: ad esempio la scuola Rubri di Imola, le scuole medie Testoni-Fioravanti, le

<sup>16</sup> Anche i materiali relativi a questa mostra sono linkati dal sito [www.polare.it](http://www.polare.it) ed hanno fatto parte integrante della documentazione spedita al Ministero.

scuole elementari Tempesta del VII I.C. di Bologna (dove è in corso una particolare sperimentazione che vede ancora coinvolti alcuni degli scriventi), la scuola elementare di Villanova di Castenaso, l'Istituto Comprensivo di Monterenzio (dove è in esecuzione un progetto di percorso laboratoriale dalla scuola materna alla scuola media), la scuola elementare di Bentivoglio. Il Planetario ha svolto aggiornamento per insegnanti sia nella provincia di Bologna che in quella di Treviso; alcune parti di Cielo! sono state sperimentate anche presso alcune scuole di Roma e di Salerno con cui esiste una collaborazione. Viene ancora svolta consulenza didattica on-line a docenti che ne facciano richiesta attraverso la mailing list del sito [www.polare.it](http://www.polare.it) che vede oltre cinquecento insegnanti iscritti.

### **Cosa è Cielo! e come è nato**

Cielo! (progetto SET della C.M 131) è nato da una collaborazione di singole istituzioni con alcune scuole e dalla collaborazione di queste Istituzioni tra di loro. Forse è meglio chiarire: il Planetario (Settore Istruzione-Comune di Bologna) aveva collaborato già da tempo e separatamente sia con INAF- Osservatorio Astronomico di Padova che con il Laboratorio di Ricerca in Didattica della Fisica dell'Università di Ferrara; ognuno dei tre Enti aveva collaborazioni con le scuole della propria città e/o regione.

L'idea di partecipare al progetto SET è venuta pensando di raccogliere e testare su una scala più ampia di quella della singola città, materiale pensati dai singoli gruppi precedentemente, ma appositamente rielaborati tenendo conto dell'inserimento in una realtà scolastica. Si è pensato pertanto a un progetto di Astronomia e Fisica in verticale per tutte le classi della scuola elementare e media inferiore tentando di costituire un curriculum verticale che permettesse di evitare sovrapposizioni ma che rendesse possibili approfondimenti proprio nella convinzione che l'apprendimento è un percorso personale, che non necessariamente si evolve in modo lineare e che sia importante offrire stimoli culturali diversi.

Il proposito è stato quello di ripensare, razionalizzare e sistematizzare una proposta completa e nuova, che seguisse gli studenti dalle elementari alle medie, lì dove si formano i concetti e le capacità di base che costituiscono il patrimonio culturale e conoscitivo fondamentale per le successive attività di studio.

I principali obiettivi del Progetto erano:

1. Sviluppare, razionalizzare e sistematizzare in un progetto unico una serie di Moduli autoconsistenti, fornendo uno sviluppo "emblematico" dell'insegnamento possibile delle Scienze Fisico-Astronomiche.
2. Avvicinare gli studenti all'ambiente, alla natura, e portarli verso la comprensione di un metodo fondamentale per il rapporto uomo-ambiente.
3. Passare dalla osservazione, alla misura e alla modellizzazione dei fenomeni apparentemente più semplici, ma che costituiscono competenze scientifiche di base per la formazione e per lo sviluppo di nuove conoscenze (alternanza del di e della notte, l'alternanza delle stagioni, le fasi lunari...).

Ogni unità didattica è stata sperimentata, prima di giungere all'attuale versione pubblicata su web, in almeno due classi parallele di scuole diverse di due regioni diverse. La sperimentazione, sostanzialmente conclusa nel maggio 2001, ha permesso la produzione di una versione che, alla luce dell'esperienza sviluppata negli anni successivi, ci ha permesso di dire che può essere usata senza particolari problemi di comprensione ed utilizzo pratico, da qualunque insegnante la voglia inserire nella propria programmazione didattica.

Si è pertanto iniziata l'esperienza eseguendo una ipotetica scansione temporale delle attività come le si pensava utilizzabili all'interno delle classi: il gruppo di lavoro che si è occupato della prima stesura e revisione è quello che scrive questo articolo e che è costituito, oltre che dagli "enti" anche dai coordinatori delle singole scuole. Si è inoltre deciso di preparare materiale, schede di osservazione degli studenti, dei loro comportamenti, le schede di verifica... indipendentemente dall'accettazione o meno del progetto, in modo da poter procedere comunque con l'esperienza. La prima stesura e rilettura è stata fatta entro il mese di settembre, e all'inizio del mese stesso sono stati svolti corsi per gli insegnanti partecipanti all'attività in modo da presentare adeguatamente il possibile svolgimento del lavoro. I materiali sono stati inseriti in un apposito sito web cui gli insegnanti coinvolti nella sperimentazione hanno potuto accedere con parola chiave per scaricarli e stamparli.

Questa prima fase di conoscenza è stata particolarmente faticosa, il materiale già preparato, se da un lato ha reso difficoltosa, almeno inizialmente, la collaborazione (non è facile trovarsi a sperimentare materiale sconosciuto, preparato da altri e con una metodologia e un modo di lavorare estraneo), ha permesso però di tranquillizzare i partecipanti (in fin dei conti si riteneva più semplice sperimentare qualcosa di già pensato piuttosto che dover scrivere ex novo del materiale). La struttura data è stata quella delle Unità didattiche ben note agli insegnanti della scuola elementare (ma che per quella situazione venivano chiamate Unità di lavoro) e la metodologia quella per obiettivi; l'idea di fondo era quella di riuscire a costruire un materiale facilmente riproducibile nelle singole classi, con materiale poco costoso che fosse chiaro, raccolto in moduli il più possibile autoconsistenti, in modo che potessero successivamente essere svolti anche se l'insegnante non aveva eseguito i moduli precedenti.

In particolare questo percorso ha costituito una sistematizzazione e una razionalizzazione di esperienze che gli insegnanti delle singole scuole eseguono quotidianamente, dando però a queste una coerenza complessiva che spesso si perde durante lo svolgimento di singole esperienze in classe.

Materiali pronti, corsi fatti: purtroppo nessuna notizia da parte del Ministero e quindi si è deciso di partire comunque. E qui ... sono cominciate le difficoltà: le schede previste soprattutto quelle di osservazione degli studenti si sono rivelate davvero massacranti per gli insegnanti coinvolti che dovevano compilarle e rinviarle, possibilmente per mail, alla coordinatrice didattico – metodologica. Si è deciso di procedere ad un incontro mensile della coordinatrice con le singole scuole in modo da poter raccogliere anche le impressioni a caldo degli insegnanti. Questa ultima scelta è stata particolarmente utile con le due scuole elementari coinvolte in quanto ha permesso una collaborazione stretta che si è successivamente prolungata in altre esperienze costituendo così un gruppo di docenti che tutt'ora si occupa – preoccupa di collaborare-progettare-sperimentare nuovi percorsi e nuove forme di formazione e aggiornamento<sup>17</sup> miste.

La scelta di partire, è stata ben ponderata abbiamo a lungo pensato se ne valesse la pena, ma alla fine la curiosità di vedere se tutto ciò che era stato predisposto funzionava, le notevoli energie già spese, ci ha fatto prendere la decisione di partire con la sperimentazione che è iniziata così a inizio ottobre nelle classi delle scuole elementari. A marzo invece è iniziata nelle due classi delle scuole medie inferiori.

<sup>17</sup> Un esempio è l'ultimo aggiornamento che attualmente sta continuando attraverso e-learning utilizzando la struttura degli Istituti Aldini Valeriani e Sirani del Comune di Bologna ([learning.iav.it](http://learning.iav.it)).

Questa scelta si è rivelata vincente perché un inizio differenziato ci ha permesso una migliore scansione dei tempi di revisione e di analisi dei materiali, inoltre ci ha permesso di portare a termine la sperimentazione nei tempi previsti.

Questo progetto ha volutamente eliminato l'approccio tradizionale ("Geografia Astronomica") ed anche quello eccessivamente sensazionalistico che si ritrova anche in alcuni progetti attuali, dove vengono insegnate parti della materia (ad es. "Evoluzione stellare e buchi neri") a studenti che non hanno le basi e gli strumenti per capire questi temi, peraltro molto particolari e limitati. Inoltre gli attuali studenti non sono abituati ad osservare prima di pensare, ma sono portati, spesso dalla stessa scuola, a ripetere modelli astratti, talora semplicemente introdotti con lezioni frontali.

Cielo! parte dai concetti più semplici, ma di base, necessari per la comprensione della materia (Vicino-Lontano, Grande- Piccolo, Alto-Basso) e guida i ragazzi/e fino alle attuali frontiere della Ricerca secondo un percorso che pone la discussione in piccoli gruppi e tra docente e alunni sulle attività in svolgimento, assieme al laboratorio che permetta la costruzione di semplici strumenti come momento fondamentale del progetto stesso.

Di seguito presentiamo in modo sintetico la struttura complessiva del progetto suddivisa nei singoli moduli proprio con l'obiettivo di mettere in evidenza gli argomenti e le tematiche affrontate ([www.polare.it](http://www.polare.it)).

<i>Moduli</i>	<i>Unità Didattiche</i>	<i>Obiettivo</i>
<b>1. Iniziamo ad osservare (1a Elementare)</b> <b>Tempo previsto 17 ore</b>	<b>7 unità</b>	Il modulo introduce i bambini/e ad un modo diverso di "guardarsi attorno", partendo da una prima indagine delle conoscenze possedute
<b>2. Continuiamo ad osservare (2a Elementare)</b> <b>Tempo previsto 20 ore</b>	<b>8 unità</b>	Il modulo si propone di abituare i bambini/e ad una osservazione consapevole e sistematica
<b>3. Osserviamo con più attenzione (3a Elementare)</b> <b>Tempo previsto 20 ore</b>	<b>7 unità</b>	Il modulo si propone di portare i bambini/e ad una correlazione di grandezze diverse a seguito di una sempre più metodica e puntuale osservazione
<b>4. Osserviamo i cambiamenti e le diversità (4a Elementare)</b> <b>Tempo Previsto 20 ore</b>	<b>6 unità</b>	Il modulo si propone di portare i bambini/e, attraverso una osservazione consapevole e sistematica di fenomeni naturali, a discutere sulle loro percezioni e a comprendere che molti fenomeni presentano aspetti diversi di quanto percepiamo, e che questi aspetti sono diversi a seconda dell'arco di tempo dell'osservazione o a seconda dello strumento utilizzato
<b>5. Osserviamo e ragioniamo sul cielo (5a Elementare o 1a Media)</b> <b>Tempo previsto 20 ore</b>	<b>5 unità</b>	Il modulo introduce i ragazzi/e allo studio delle dimensioni e delle distanze dei corpi del Sistema Solare partendo dal sistema Sole-Terra-Luna

<i>Moduli</i>	<i>Unità Didattiche</i>	<i>Obiettivo</i>
<b>6. Affrontiamo i concetti</b> (1° o 2° Media) Tempo previsto 18 ore	5 unità	<i>Il modulo si pone l'obiettivo di introdurre i ragazzi/e alla comprensione delle distanze astronomiche e alla loro misura. Ci si pone inoltre il problema di avvicinare i ragazzi/e al concetto di Sistema Solare come "Sistema fisico" e al concetto di "campo" (elettromagnetico e gravitazionale)</i>
<b>7. Cerchiamo di capire</b> l'Universo (3° Media) Tempo previsto 18 ore	6 unità	Il modulo introduce i ragazzi/e alla situazione della attuale ricerca in Astrofisica e alla comprensione delle "dimensioni" dell'Universo

### **Cinque anni dopo...**

Dopo cinque anni, un ripensamento sul lavoro fatto riteniamo sia d'obbligo soprattutto tenendo conto di come ognuno di noi ha poi utilizzato, se la ha utilizzata, la propria esperienza.

Sicuramente il tentativo di costruzione di un curriculum di questo tipo andava fatto (credo ci ricordiamo però ancora la stanchezza dell'ultimo giorno quando, dopo aver terminato quella che ritenevamo l'ultima verifica, ci siamo resi conto che avevamo inserito alcune immagini doppie e non trovavamo più gli originali e il senso di sollievo al momento della chiusura del computer); andava fatta l'esperienza di collegare realtà scolastiche diverse nel tentativo di costruire un curriculum complessivo, andava fatta l'esperienza di discussione on line di materiali didattici. Diciamo che la collaborazione tra gli insegnanti delle scuole elementari, anche attraverso collaborazioni mediate dalla coordinatrice è proseguita nel tempo dando origine ad ulteriori esperienze<sup>18</sup> che si sono estese a campi diversi; si è perso invece il rapporto tra/con le scuole medie inferiori allargandosi però ad altre scuole elementari, medie e superiori di diverse città italiane.

Sono state sperimentate, come detto nell'introduzione, delle parcellizzazioni del materiale: possiamo dire che risultano particolarmente efficaci, proprio in quanto strutturate nel modo fatto, alcune attività. Ci riferiamo alle unità legate essenzialmente al primo modulo didattico, cioè quello suggerito per la prima classe elementare, al discorso collegato alle ombre colorate (Modulo 2), all'orientamento (Modulo 3), al discorso dei modelli collegati alle stagioni (Modulo 4), alla rappresentazione del sistema planetario in scala (Modulo 5) ed infine la radiazione luminosa (Modulo 7).

Una domanda risulta quasi d'obbligo: come mai proprio queste esperienze e non le tante altre che sono invece collegate da un filo conduttore complessivo che abbiamo inserito all'interno di Cielo!? Una delle spiegazioni che è stata discussa tra di noi è che forse noi stessi siamo stati abbastanza perplessi dalle dimensioni del prodotto finale e dal fatto che il pro-

<sup>18</sup> Lavori successivi che hanno visto la collaborazione di insegnanti delle scuole elementari di Treviso e di Bologna sono riferiti a "La vita cos'è, com'è, dov'è" sempre visibile sullo stesso sito oltre che l'esperienza di collaborazione collegata al progetto europeo "L'Europe des Découvertes"

getto prevedesse un bel po' di fisica (e tutti sappiamo quanto questa disciplina spaventi!) che, anche se nascosta, risulta alla fin fine ben evidente quando si parla di punto di vista, di sistema di riferimento, di radiazione... e che quindi al momento di coinvolgere altre persone abbiamo posto l'accento su quelli che erano i punti più di effetto del progetto. Inoltre la forma monumentale del progetto mette soggezione, dà l'idea che sia poco usabile, che per usarla occorra sapere astronomia, pedagogia, fisica ed altro. In realtà abbiamo visto più volte che, quando gli insegnanti hanno "avuto il coraggio di cominciare a provare" hanno poi anche detto: "ma non è poi così difficile, posso farlo anche da solo e senza aiuti esterni".

Una cosa positiva la verificiamo quando ci si trova parlare con insegnanti di diverse località d'Italia che scopriamo conoscere Cielo! o il sito che lo ospita e questo capita a diversi di noi che abitualmente per lavoro si trovano a fare aggiornamenti o conferenze in diverse città.

Sicuramente il vedere il materiale totalmente pubblicato ci ha un po' spaventati a causa della quantità e forse ha spaventato anche coloro che hanno preso in mano il volume per poi tentare un approccio; sicuramente ci siamo resi conto che soprattutto alle elementari mancava in questo progetto un parte di biologia, di scienze naturali che invece fanno parte di un curriculum complessivo di scienze; in effetti con gli insegnanti elementari il lavoro ha poi avuto una svolta di questo tipo e le successive esperienze si sono volte in questo settore.

Per quanto riguarda le scuole medie inferiori invece crediamo che la maggiore difficoltà nell'affrontare queste tematiche sia dovuta alla presenza di una forte parte laboratoriale che forse potrebbe essere svolta da insegnanti delle materie più tecnologiche, ma la parcellizzazione delle materie e quindi delle ore di lezione all'interno della scuola media inferiore rende molto complicata questa attività.

## **Il modello e la rappresentazione della realtà**

*Teresa Andena*

Il progetto che vado a descrivere in questo contributo appartiene ai cosiddetti “prodotti della C.M. 131” che, nell’ambito del Progetto SET, aveva lo scopo di finanziare progetti condotti in partenariato tra Istituzioni scolastiche, aziende, università per la produzione di materiali didattici a disposizione di docenti e studenti per migliorare la qualità dell’insegnamento scientifico- tecnologico. Il progetto è stato realizzato negli anni 2001 e 2002 con pubblicazione degli esiti sul web all’indirizzo <http://www5.indire.it:8080/set/modelli/index.htm> cui rimando per i dettagli operativi e per l’esame dei materiali.

Il gruppo di progetto è descritto nella scheda:

Progetto n.:313	iscrizione on-line n.: E/1118
<b><i>Il modello e la rappresentazione della realtà</i></b>	
Area tematica principale: Dimostrazioni e modelli	
<b>Scuola Capofila</b> Istituto Magistrale “G.M.Colombini” Piacenza Coordinatore: Andena Teresa	<b>Ente Coordinatore Scientifico</b> Università Cattolica del Sacro Cuore Milano Coordinatore: Manfredini Angelo
<b>SCUOLE PARTNER</b>	<b>ENTI PARTNER</b>
1- S.M.S. “V. da Feltre Bobbio” (PC) 2- Istituto Comprensivo Monticelli d’Ongina (PC) 3- Istituto Comprensivo Cadeo (PC) 4- 7° Circolo Didattico Piacenza	1- ENEL - PSI Laboratorio di Piacenza

Le attività hanno visto anche la collaborazione del Prof. Carlo Marchini, docente presso il Dipartimento di Matematica dell’Università di Parma, del Prof. Lorenzo Morelli, docente presso l’Istituto di Microbiologia dell’Università Cattolica e del Dott. Marco Miserochi, del Laboratorio ENEL PSI di Piacenza. Per la realizzazione del sito web ci siamo avvalsi della collaborazione della società IRIX di Piacenza.

### **Le attività**

Le attività connesse con la realizzazione del progetto hanno riguardato:

#### ***Progettazione ed analisi di fattibilità***

Il gruppo di progetto ha elaborato il percorso complessivo ed articolato la serie delle unità di lavoro. Ha definito le classi in cui sperimentare l’iniziativa e gli indicatori da utilizzare per il monitoraggio e la valutazione dei risultati prodotti. In questa fase sono state verificate le disponibilità di attrezzature. Ci siamo domandati cosa significava elaborare materiali per il miglioramento dell’attività didattica in ambito scientifico tecnologico e, soprattutto, a chi potevano essere destinati tali materiali, quali potevano essere i temi su cui cimentarsi visto anche il panorama variegato di esperienze che il gruppo di lavoro poteva esprimere.

### Attività di formazione

L'attività di formazione è stata concepita come momento di approfondimento, ma anche come aggiornamento delle competenze pratiche in ambito scientifico. È stata, infatti, un'importante occasione per gli insegnanti di ritornare in Università per affinare o aggiornare la capacità di lavorare in laboratorio scientifico. Questo momento è particolarmente importante sia per i docenti della scuola di base che non hanno tali competenze nel loro bagaglio culturale, sia per i docenti laureati che, comunque, hanno avuto una formazione parziale relativa al settore specifico della laurea conseguita.

L'attività di formazione è stata articolata nelle seguenti fasi:

- Formazione sui contenuti (mediante attività frontale di esperti)
- Formazione tecnica mediante frequenza ed esercitazioni pratiche in laboratori attrezzati (presso alcune scuole ed enti coinvolti nel progetto)
- Autoformazione per gruppi tematici o aree di interesse.

**Attività di progettazione tecnica dell'ipertesto e definizione accurata degli oggetti da inserire.** La definizione della struttura del sito web, ampiamente condivisa dal gruppo di lavoro ed addirittura già pensata in fase di progettazione delle unità di lavoro, si è intrecciata con le attività e ne ha costituito il brogliaccio guida.

**Attività di sperimentazione** delle unità elaborate articolata in: somministrazione dei nuclei conoscitivi, formulazione di ipotesi, discussione preliminare dei risultati attesi, attività sperimentale di laboratorio e raccolta dati, elaborazione dei dati e presentazione dei risultati. I docenti impegnati hanno sperimentato in classe i materiali elaborati preliminarmente onde verificarne i limiti e le difficoltà di applicazione didattica. Tale attività ha avuto anche la funzione di raccogliere i dati ed il materiale grafico-visuale da inserire nel sito web.

**Verifica** periodica dell'attività attraverso l'analisi dei dati relativi agli indicatori scelti e correzione dell'intervento.

**Verifica complessiva** finale e valutazione dei risultati raggiunti.

**Costruzione del sito** di guida all'attività sperimentale e di ricerca in classe

### I contenuti

Il tema del lavoro, il **processo di modellizzazione**, è stato scelto perché abbiamo individuato nella formulazione di modelli una delle attività principali del procedere scientifico che si colloca in una posizione centrale di snodo nella fase di transizione tra il procedere induttivo e quello deduttivo. La necessità di rappresentare mediante modelli le situazioni reali è infatti intrinseca al conoscere scientifico e gli esiti di conoscenza dipendono dai modelli che ci siamo costruiti. Il passaggio concettuale che mette al centro della riflessione scientifica il concetto di modello come strumento di pensiero sposta definitivamente il fuoco dell'attenzione dalle strutture deduttive a quelle induttive. I cardini della teoria scientifica divengono dunque: le asserzioni riguardo ad un modello, le leggi empiriche e le regole di trasformazione<sup>19</sup>. In altre parole: la spiegazione scientifica ipotizza meccanismi di interpretazione di regolarità di eventi formulando una teoria che viene messa alla prova sulla previsione degli eventi stessi. Ma poiché la realtà è intrinsecamente inesauribile, il compito dello scienziato è quello di raffinare il modello cimentandolo in condizioni critiche definendo così i limiti del modello stesso. Il processo può essere continuo e spiralizzato, oppure dare luogo

<sup>19</sup> R. Harrè *The principles of scientific thinking* MacMillan (London 1970) p. 116.



a momenti di rottura in cui il modello non consente più di rappresentare compiutamente la realtà e va quindi abbandonato a favore di un altro. Dal punto di vista didattico, ciò comporta una rivoluzione sia dell'impostazione della trattazione teorica sia della comprensione del significato dell'attività sperimentale. Queste infatti non devono essere trattate come momenti disgiunti, necessitano invece un processo di continuo andirivieni tra l'elemento teorico e la verifica pratica impostato come domande e risposte che generano altre domande. Come esemplificazione, abbiamo realizzato una serie di 11 unità di lavoro che sviluppano l'attività di modellizzazione in biologia, in fisica e nelle scienze sociali. L'angolo visuale è stato quello delle discipline visitate e non quello della matematica perché l'intento è stato quello di privilegiare la dimensione sperimentale e non solo quella concettuale.

La linea di sviluppo didattico delle tematiche proposto è:

- Parte generale iniziale (la curiosità è madre della scienza)
- I livello: **modellizzazione qualitativa** della realtà ovvero come rappresento qualitativamente la realtà, quali immagini mi costruisco del mondo che mi circonda, per la scuola materna ed il primo biennio della scuola di base
- II livello: **modellizzazione quantitativa** ovvero come rappresento il mondo che mi circonda attraverso la misura e le grandezze per l'ultimo biennio della scuola elementare e per la scuola media
- III livello: **l'astrazione** che porta al concetto di funzione e quindi al cosiddetto **modello matematico** riservato alla scuola superiore.

Il prodotto è quindi articolato su questi tre livelli per ciascuno dei tre ambiti disciplinari considerati. Infatti il modello qualitativo è coerente con le rappresentazioni mentali basate sull'analogia, quali quelle dei bambini, mentre il modello numerico è adeguato a rappresentazioni mentali più strutturate, in cui il concetto di 'misura' intesa come strumento basilare per esprimere relazioni fra grandezze è già stato assimilato. In generale il salto da modello numerico a modello matematico è stato affiancato dal salto da fenomeni statici a fenomeni dinamici, che si sviluppano lungo la coordinata temporale che è critica per la previsione degli eventi.

I temi affrontati nelle unità di lavoro sono:

### BIOLOGIA

- I Modelli Biologici
- Interpretiamo il mondo microscopico dei viventi.
- Le dinamiche di accrescimento delle popolazioni

### FISICA

- I Modelli Fisici.
- Le proprietà dei fluidi.
- Misura dei parametri caratteristici della statica dei fluidi e relativi modelli.
- Misura dei parametri di fluidodinamica e relativi modelli.

### SCIENZE SOCIALI

- La mia famiglia, la mia storia.
- Di che famiglia sei? Famiglia o famiglie?
- Attività sui modelli di famiglia - Dove c'è famiglia, c'è figlio?
- Modelli e paradigmi per l'interpretazione dei fenomeni familiari.

Lo sviluppo delle unità è articolato su due piani: un piano studente direttamente navigabile ed un piano docente che contiene i materiali didattici scaricabili (download)

La **dimensione biologica** si sviluppa attraverso tre domande cruciali:

- **Esiste solo ciò che si vede?** Qui si pone il problema della verifica empirica di esistenza, del limite della percezione dei fenomeni, del rapporto tra ciò che vedo e ciò che effettivamente esiste, del rapporto tra osservazione diretta ed indiretta dei fenomeni. Al problema scientifico fa da sfondo il problema pedagogico del passaggio tra macroscopico e microscopico.
- **Quanto è grande è il microscopico?** Consente il passaggio dalla dimensione qualitativa a quella quantitativa ponendo il problema della rappresentazione di dimensioni microscopiche in scala reale.
- **Come crescono i microrganismi?** Qui si pone il problema della crescita di una popolazione di individui microscopici (i lieviti) che dà luogo a fenomeni macroscopici indagabili, misurabili, calcolabili e di cui quindi posso prevedere l'evoluzione.

Sul piano sperimentale le attività proposte vanno dallo studio di un sistema biologico complesso come l'acquario di acqua dolce come modello di studio dei viventi, allo studio dello sviluppo di organismi microscopici (lieviti e lactobacilli) ed al raffronto fra fenomeni macroscopici (fermentazione) e microscopici prodotti (crescita del lievito osservata al microscopio). Sono state inoltre condotte esperienze di studio della dinamica di crescita delle popolazioni di lieviti e lactobacilli attraverso la misurazione della concentrazione dei metabolici prodotti (es. misurazione della variazione del pH dell'ambiente di fermentazione come indicatore di velocità di crescita)

La **dimensione fisica** parte dall'immaginazione di un bambino chiamato Galileo che osserva il mondo con occhi diversi e passa poi alla formulazione delle domande:

- **I liquidi perché sono liquidi?** In cui si formula il primo paradosso che è il paradosso idrostatico per cui la forza esercitata sul fondo di un recipiente è indipendente dalla forma del recipiente.
- **Quali sono i parametri che caratterizzano le proprietà dei fluidi e come si misurano?** Attraverso alla quale ci si avvicina al problema della misura diretta ed indiretta delle grandezze fisiche
- **Come si misurano i parametri della fluidodinamica?** Che porta all'uso delle funzioni per la previsione dei fenomeni

La scelta del tema dei fluidi è legata al fatto che in questo settore della fisica troviamo leggi che abbastanza facilmente contrastano il senso comune e sono perciò adatte a creare una dissonanza cognitiva con le immagini mentali dell'allievo per portarlo attraverso un processo di ristrutturazione della conoscenza a formare un pensiero autenticamente scientifico.

Sul piano sperimentale le esperienze proposte vanno dall'esplorazione di quella che è la realtà percepibile degli stati di aggregazione e dei liquidi in particolare, all'esecuzione di esperienze relative al galleggiamento, alla verifica della legge di Pascal e di Stevino, alle misurazioni di densità, di pressione di spinta idrostatica, fino alla misurazione del moto dei fluidi e dei corpi nei fluidi (caduta).

Nella dimensione delle scienze sociali le domande divengono:

- **Di che famiglia sei? Famiglia o famiglie?** In cui si pone il problema qualitativo dei modelli famigliari e dei fattori che consentono l'interpretazione degli stessi.
- **Come si interpreta la realtà locale delle famiglie?** Che porta alla metodologia dell'indagine statistica fulcro sperimentale dell'attività di studio sociologico.

Sul piano delle attività troviamo: lo studio della composizione delle realtà familiari, l'analisi dei modelli di famiglia conosciuti dagli allievi in relazione alla composizione, ai ruoli

rivestiti ed al contesto sociale in cui si è inseriti, la raccolta dati e l'analisi statistica degli stessi per verificare alcuni modelli quantitativi da applicarsi alle dinamiche familiari (numero figli, tassi di fecondità e tipologie familiari).

Nell'area download troviamo le schede zippate scaricabili che descrivono compiutamente l'esperienza (attività svolte, dettagli sperimentali guida per la riproduzione didattica dell'esperienza, materiali di approfondimento utilizzati per la formazione degli insegnanti, indagini sulle immagini mentali degli studenti presenti prima dell'esperienza, le schede di lavoro, la documentazione fotografica del lavoro svolto).

### **Discussione dei risultati**

L'analisi di un lavoro di questo genere richiede di esaminare due livelli:

- il livello **prodotto** che centra l'attenzione sul prodotto multimediale pubblicato sul sito dell'INDIRE
- il livello **processo** che descrive più compiutamente la storia del lavoro contestualizzandola nel quadro dell'attività di ricerca didattica degli Istituti che hanno partecipato e della scuola capofila.

Per quanto riguarda il sito web che rappresenta la sintesi del lavoro svolto, il problema centrale è stato quello di riuscire a rendere disponibile la l'enorme massa di dati e materiali, mantenendo comunque il carattere di semplicità di navigazione e di gradevolezza grafica, che è il requisito fondamentale della fruibilità in rete. Questo aspetto è risulta particolarmente critico nel momento in cui i possibili fruitori sono fondamentalmente due: l'insegnante che cerca un documento tecnico da utilizzare nella didattica e l'allievo che desidera navigare intuendo immediatamente il messaggio del web. Un ulteriore elemento di difficoltà è rappresentato dal fatto che il navigatore potenziale può appartenere a differenti fasce d'età ed essere in possesso di un background culturale diversificato.

Il risultato è un sito web abbastanza complesso, strutturato in quattro dimensioni, individuabili nelle tre barre di navigazione. Le singole dimensioni sono a loro volta strutturate in un numero di sottolivelli compreso tra 2 e 4. C'è anche un tentativo di rendere più intuitiva la comunicazione attraverso animazioni che rappresentano in modo semplificato il fenomeno.

Un limite importante all'attività è stato il fattore tempo che ha compresso fortemente il lavoro di revisione. In effetti i tempi previsti dal bando della c.m.131 erano molto stretti.

Per passare al secondo livello di analisi, occorre osservare che il prodotto multimediale è solo un tassello, importante fin che si vuole, ma comunque è un pezzo di una storia di sperimentazione didattica.

Il primo punto da considerare è la provenienza del progetto e della rete che si è aggregata attorno. Innanzitutto questo progetto parte da un'iniziativa forte di ricerca didattica della scuola capofila che ha dato credibilità alla proposta di sperimentazione e che quindi ha prodotto l'aggregazione per interesse delle scuole della rete, dell'università e delle aziende private. Le domande di senso interne al progetto derivano da un'attività di ricerca didattica ed epistemologica sempre tesa a verificare la connessione tra dimensione operativo sperimentale e dimensione concettuale, sviluppata in particolare in due indirizzi di studi: nel liceo scientifico- tecnologico e nell'all'ora neonato liceo delle scienze sociali. Entrambe queste sperimentazioni si connotano per una forte carica innovativa che cerca di trovare modelli didattici alternativi alla dimensione frontale, dando largo spazio ad una dimensione laboratoriale nelle scienze sperimentali e nelle scienze sociali (laboratorio di chimica, fisica e bio-

logia e laboratorio di scienze sociali), con incursioni anche nel mondo del lavoro attraverso attività di stage. Questa ricerca è passata attraverso la partecipazione dell'Istituto Colombini al progetto Labtec, che ha portato alla continua elaborazione di protocolli sperimentali per l'introduzione delle nuove tecnologie nella didattica. Si è ampliata attraverso un aggiornamento continuo delle competenze tecniche degli insegnanti e degli allievi attraverso l'organizzazione di stage ed atelier presso l'Università Cattolica di Piacenza. Si è raffinata sul fronte didattico attraverso la collaborazione tra le scuole e la SSIS di Parma.

La rete delle scuole si è costituita in modo rapido anche per la consuetudine alla collaborazione anche su progetti di tipo differente (per esempio di educazione ambientale). In altri termini gli insegnanti che hanno lavorato al Progetto SET lavorano ed hanno lavorato insieme anche su altri fronti della ricerca didattica e quindi vivono tutt'ora momenti di incontro periodico abbastanza regolare. Tutte le attività sopradescritte hanno una tradizione almeno decennale.

A questo punto occorre verificare che cosa è rimasto del progetto e come si è evoluto.

Il prodotto multimediale è rimasto un prodotto cristallizzato e definitivo e per ora non è ancora stato modificato, mentre la ricerca didattica è proseguita.

È continuata la collaborazione con l'Università Cattolica che è sfociata quest'anno in un progetto Orientamento, sostenuto dal CSA e dalla Direzione Scolastica Regionale che ha coinvolto nell'attività di stage e di atelier di ricerca scientifica circa 60 studenti delle scuole superiori di Piacenza riproponendo alcuni modelli di interazione sperimentati nel progetto SET.

L'Istituto Colombini ha allargato il campo di esperienza alla dimensione internazionale organizzando, per i propri studenti delle classi quarte e quinte dell'indirizzo scientifico tecnologico, uno stage di ricerca scientifica in biologia presso la struttura XLAB dell'università di Goettingen approfondendo le tematiche e le pratiche sperimentali connesse con le biotecnologie (estrazione amplificazione e sequenziamento DNA, studio dei geni di controllo dello sviluppo embrionale). Questo tipo di attività è riuscita a coniugare la dimensione dell'approfondimento dello specifico disciplinare con la dimensione intrinsecamente internazionale della ricerca scientifica in generale.

Contestualmente il medesimo Istituto ha attivato quest'anno un'attività, realizzata in concerto con l'Università Bocconi ("Orientamatica"), che ha visto l'attivazione di un corso rivolto a tutti gli studenti degli Istituti superiori della provincia di Piacenza e del basso Lodigiano, centrato sul concetto di modello matematico e sulle sue applicazioni.

La disseminazione della didattica laboratoriale viene inoltre affidata a mostre interattive di fisica organizzate sempre dal "Colombini" ed aperte agli studenti delle scuole di ogni ordine e grado nell'ambito della Settimana della Scienza. In questo contesto vengono riproposte esperienze storiche recuperando anche antichi strumenti. Il visitatore può infatti rivisitare nell'oggi esperimenti fondanti di ieri.

Lo scorso anno il fulcro dell'attività è stata centrata su Eletticità e Magnetismo dal '700 ai nostri giorni, mentre quest'anno si è lavorato sul concetto di forza. Queste mostre sono state visitate ciascuna da almeno 200 studenti di scuole di ogni ordine e grado.

In sintesi, dunque, la cultura della sperimentazione è quella che ha dato gli effetti più stabili e duraturi nella vita della scuola, ma d'altra parte ciò era ampiamente prevedibile visto che rappresenta un'esperienza consolidata ed un elemento effettivamente strutturante gli indirizzi attivati. Un po' più difficoltosa è la disseminazione via web delle esperienze probabilmente anche per una forma di diffidenza nei riguardi dell'efficacia della simulazione come surrogato dell'esperienza concreta.

### **Il progetto SeT e le sue evoluzioni e prospettive**

*Giuseppe Marucci*

#### **Il progetto nazionale sull'educazione scientifica e tecnologica**

Il Progetto speciale per l'Educazione Scientifico-Tecnologica (SeT) è uno dei progetti nazionali del MIUR ed è stato varato per dare risposte all'esigenza di diffondere la cultura scientifica e tecnologica nel nostro Paese; esigenza sottolineata da più parti, a livello nazionale e internazionale. Se ne hanno continui riscontri nelle indagini internazionali sul rendimento scolastico e nelle difficoltà che gli studenti trovano negli studi universitari nel settore scientifico e tecnologico.

#### **Scienza e tecnologia in una riflessione comune**

Una caratterizzazione del *Progetto SeT* è l'invito all'integrazione dell'insegnamento scientifico e tecnologico poiché, da un punto vista concettuale e funzionale, la separazione netta fra queste aree disciplinari, prevalente nella scuola superiore, è artificiosa. La funzione e la distribuzione curricolare attribuita alla scienza e alla tecnologia obbedisce, infatti, a un modello decisamente superato. 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. Rispettare tale continuità, nella formazione, significa scegliere un modello culturale che unisce teoria e pratica, attitudini speculative e capacità di soluzione dei problemi.

#### **Dal SeT al PON-SeT**

Il progetto SeT è servito a risvegliare a livello nazionale l'attenzione all'insegnamento scientifico e tecnologico e a dotare di attrezzature un certo numero di istituzioni scolastiche, soprattutto primarie e secondarie di primo grado. Dal 1999 sono stati finanziati circa 1500 scuole, distribuite su tutto il territorio nazionale. È stato fatto un monitoraggio molto accurato e qualificato affidato all'INDIRE a gli IRRE, le cui risultanze sono in via di pubblicazione sugli "Annali dell'Istruzione".

Purtroppo i finanziamenti al Progetto SeT nazionale, sono stati assegnati solo per tre anni: 1999-2000-2001 creando una aspettativa che rischiava di andare poi delusa, se non fossero state varate le iniziative SeT-PON.

Oltre ai progetti delle scuole, sono stati finanziati prodotti e servizi derivanti da progetti presentati da scuole consorziate, enti di ricerca ed anche soggetti privati, attraverso un bando-chiamata (CM 131 del 28/4/2000). Il materiale relativo ai progetti approvati è stato pubblicato sul sito [www.indire.it/set](http://www.indire.it/set).

Un certo numero di progetti pilota (circa 10), già in atto e in collegamento con l'Amministrazione scolastica, completano l'offerta di modelli, prodotti e servizi alle scuole, nel settore. Al momento attuale si possono avere informazioni su tutti i prodotti del Progetto SeT sul sito [www.istruzione.it](http://www.istruzione.it) (Area Innovazione Tecnologica) e su [www.indire.it/set](http://www.indire.it/set)

In collegamento con la SSIS dell'Università di Roma<sup>3</sup>, è stato recentemente varato un repository di Progetti didattici [www.setris.it](http://www.setris.it), elaborati dagli specializzandi, futuri insegnanti. Essi sono destinati ad essere utilizzati in percorsi formativi di insegnanti in servi-

zio, che ne possano prendere spunto per un uso, anche critico, nelle proprie classi ed elaborare prodotti finali validati dall'esperienza didattica concreta.

Senza ulteriori fonti di finanziamento ed un rilancio significativo il Progetto SeT rischiava comunque di rimanere una bella esperienza da archiviare.

La forte domanda di progettualità nel settore e la priorità posta per l'educazione scientifica e tecnologica, anche a livello europeo, ha portato, quindi, a concentrare una Azione del PON, la 1.2f, su progetti SeT, presentati da scuole poste nelle regioni obiettivo 1.

### **L'Azione PON 2.1 f - Laboratori Scientifici e Tecnologici**

Attraverso questa Azione, nell'anno 2002 e nel 2005, ci sono state scuole beneficiarie di fondi per attrezzature scientifiche e tecnologiche, su bando e selezione nazionale, nelle sei regioni: Calabria, Campania, Basilicata, Puglia, Sicilia e Sardegna. Nel primo bando si è concentrata l'Azione sui Licei Scientifici e gli ex Istituti Magistrali, scuole tradizionalmente penalizzate dall'assegnazione di fondi per i Laboratori e sono stati finanziati 167 Istituti.

Particolare importanza viene data nell'Azione 2.1f alla educazione scientifica tecnologica come competenza di base nel panorama formativo nazionale che, in quanto tale, presenta un carattere di trasversalità e di multidisciplinarietà che ben si attaglia ad un livello formativo afferente all'area del curriculum obbligatorio comune della scuola superiore. Per sua stessa natura, quindi, si è posta attenzione prevalentemente verso l'approccio iniziale alle discipline scientifico-tecnologiche nella scuola superiore che prefigura laboratori non specialistici ma orientati a dare un approccio corretto alla didattica delle scienze con una forte integrazione con le tecnologie.

In tal ottica rivestono particolare importanza le tecnologie informatiche e multimediali. Nel percorso didattico è fondamentale, infatti, il processo di modellizzazione. L'impiego del computer, in laboratorio o in un'aula attrezzata, rende possibile un'attività didattica più varia e completa permettendo l'utilizzo delle simulazioni e facilitando l'elaborazione dei dati. È così possibile esplorare in modo nuovo le discipline dell'area scientifica, "materializzando" i modelli matematici, facilitando il loro confronto nella simulazione dei fenomeni reali e riducendo, così, i tempi del processo d'apprendimento.

Con l'Azione 2.1 f nella seconda annualità, si prevede di finanziare un numero di istituti pari a quello della prima annualità.

I Temi più ricorrenti sono stati: energia: trasformazioni, impieghi, fonti primarie; microcosmo e macrocosmo; ambiente e tecnologia.

È stata adottata una scheda di documentazione e monitoraggio innovativa, ispirata alla metodologia del progetto europeo e-watch, che ha dato significative informazioni sui progetti in formato fortemente comunicativo.

Esse saranno pubblicate sul sito relativo ai Fondi Strutturali su [www.istruzione.it](http://www.istruzione.it) e sul sito [www.indire.it/set](http://www.indire.it/set).

### **L'azione PON 1.4 - Sviluppo Centri Polifunzionali di Servizio: *promozione della cultura scientifica e tecnologica***

Una ulteriore occasione di potenziamento della Diffusione della Cultura Scientifico-Tecnologica è stata offerta dalla Azione 1.4 del PON, legata allo sviluppo dei Centri Polifunzionali di servizio (forniti di infrastrutture attraverso con l'Azione 2.2c).

L'Azione 1.4 finalizza e sostiene le attività dei Centri Polifunzionali, che diventano così punti di riferimento e di irradiazione di innovazione per le scuole delle Regioni Obiettivo 1 e non solo. La loro localizzazione nelle Regioni del Sud e delle isole, non impedisce, infatti, una Rete di rapporti e collaborazioni che comprenda anche Istituzioni scolastiche ed Enti qualificati ubicati nel Centro-Nord.

I Progetti dell'Azione 1.4 devono tenere specifico conto delle indicazioni e dei criteri espressi nella Circolare della Misura 2, Azione 2.1, configurazione f), che fa riferimento al Progetto nazionale SeT.

Gli Obiettivi Specifici dell'Azione 1.4, nel quadro generale delineato sono riferibili a:

1. Documentazione e Diffusione dei materiali SeT- PON.
2. Supporto e creazione di Portali SeT - PON.
3. Formazione in rete SeT (presenza, e-learning, videoconferenze, Web TV.).
4. Esposizioni locali e nazionali sulla scienza e la tecnologia (anche a carattere storico).
5. Collaborazioni in Rete a livello nazionale e internazionale.
6. Risorse laboratoriali locali e remote.

I gemellaggi tra scuole delle Regioni Obiettivo 1 e altre Regioni è di sicuro aiuto agli scambi e alla circolazione di buone pratiche del progetto SeT.

A medi termine si cercherà di creare un tessuto-rete di innovazione nell'ambito della cultura scientifica e tecnologica che partendo dalle 6 regioni destinatarie del PON possa influire e sostenere le azioni e gli esiti legati al progetto SeT a livello nazionale e anche europeo.

Gli Obiettivi specifici definiscono un mosaico di Attività, che si è preferito assegnare a Regioni diverse, per specializzarle anche in relazione alle esperienze pregresse maturate, in una logica che è sempre più di rete, in cui tutti non fanno tutto, ma tutti fruiscono di tutto.

Le Attività corrispondono al quadro coerente di azioni definito nel Progetto nazionale di settore.

### Conclusioni e prospettive

Come si vede, i *progetti SeT e PON SeT* sono progetti ambiziosi che comunque la scuola italiana aspettava da tempo, specie in vista dei grandi rinnovamenti che l'attendono: la riflessione sui saperi, la definizione delle competenze e dei nuclei fondanti disciplinari, la riforma dei "programmi" o meglio la definizione dei curricula, il pieno attuarsi dell'autonomia, l'interazione tra quota nazionale quota locale di curricula, la non ulteriormente sostenibile separazione tra le discipline dell'area scientifica e tra queste e quelle dell'area tecnologica.

In prospettiva si auspica un rifinanziamento delle Azioni; sia quelle riferite alle Regioni Obiettivo 1, sia di quelle riferite alle altre Regioni.

La strategia che punta sui centri Polivalenti di servizio sembra una strategia vincente, attuata anche in altre nazioni europee ed extraeuropee, in particolare nel settore dell'Educazione Scientifico-Tecnologica.

Anche la collaborazione tra i diversi soggetti, interni ed esterni alla scuola, sembra essere un elemento indispensabile per il futuro sviluppo dell'innovazione SeT.

### Una cronologia del '900 scientifico

Proponiamo 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  
Beth 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 assioma 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  
costruita 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** Introdotto 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 realizzato da Giovanni Barbi ha avuto come fonti principali:
- il sito di St. Andrews (Scozia)  
[http://www.groups.dcs.st\\_and.ac.uk](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.

## Altre fonti di documentazione

### LIBRI

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

#### **Tobias Sheila, *Come vincere la paura della matematica*, 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.

#### **Krauss Lawrence, *Paura della fisica*, 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. *Enciclopedia per un pubblico giovanile*, Utet**

Il sapere 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 volume 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.

#### **Lucia Grugnetti e Vinicio Villani, (a cura di) *La Matematica (dalla scuola materna all'università)*, edizione italiana Pitagora Editrice**

È 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?

#### **Konrad Lorenz, *L'anello di Re Salomone*, Biblioteca Adelphi**

Il libro può ritenersi un classico della cultura scientifica, che qualunque ragazzo di scuola secondaria dovrebbe conoscere.

#### ***Enciclopedia della Scienza*, 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.

#### **Robin Dunbar, *Non sparate sulla Scienza*, 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.

**Claude Allègre, *Dio e l'impresa scientifica*, 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. È 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.

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://galileo.imss.firenze.it>**

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.

È 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. L'obiettivo è offrire ai visitatori l'opportunità di applicare il metodo scientifico e compiere ricerche autonome.

### **www.lescienze.it**

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

**<http://www.fardicono.it>**

È 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 *Ca-brigéomètre*. 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://education.ti.com/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://www2.math.unifi.it/~archimede/archimede/index.html>**

È il sito de Il Giardino di Archimede di Firenze, che organizza mostre di carattere scientifico, che è anche possibile visitare *virtualmente*. Attualmente sono presenti:

1. Oltre il compasso: la geometria delle curve
2. Pitagora e il suo teorema
3. Un ponte sul Mediterraneo. Leonardo Pisano, la scienza araba e la rinascita della matematica in Occidente

**<http://www-toys.science.unitn.it/laboratorio/html/start.html>**

Sito gestito dal laboratorio di didattica della fisica dell'Università di Trento: numerose risorse didattiche.

**<http://www.scienzagiovane.unibo.it>**

Sito creato dall'Università di Bologna per la Divulgazione Scientifica. È rivolto principalmente a studenti degli ultimi anni delle medie superiori e dei primi anni di Università e ha lo scopo di aggiornare i giovani su argomenti di attualità scientifica e tecnologica.

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

È 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 "Cit  des sciences & de l'industrie" (Villette - Parigi). È possibile effettuare visite virtuali, fare attività interattive per comprendere

fenomeni scientifici, realizzare esperienze e attività didattiche a tutti 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](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

**<http://www.howstuffworks.com>**

È in rete da qualche anno e ci si trova veramente di tutto, dalla medicina nucleare (guarda per esempio Positron Emission Tomography), a come funziona un motore a quattro tempi (four stroke engine) a come si scassina una serratura (lock picking) a come funziona il Viagra, a come funziona una distilleria di petrolio. La sua forza, sta nel fatto che hanno messo insieme un comitato di redazione che riesce a coniugare:

- La profonda competenza e il rigore di consulenti specialisti
- La bravura di grafici che utilizzano le migliori tecnologie informatiche oggi disponibili: foto, filmati, ma soprattutto disegni e vari tipi di disegni tecnici animati
- Una ferma direzione in grado di chiedere a tutte queste persone diverse, uno standard comune di rigore e di chiarezza

**<http://www.scitoys.com/>**

Questo sito è recente e si pone l'obiettivo diverso di poter realizzare con materiali caserecci o facilmente reperibili degli esperimenti scientifici. È interessante perché più che impostare esperienze che tendono a stupire il pubblico, cerca di illustrare i principi di fisica che stanno dietro alle esibizioni.

**<http://www.iumsc.indiana.edu/>**

Sito gestito presso l'Università dell'Indiana (USA) che permette di visualizzare la struttura molecolare di numerose sostanze, con possibilità di movimento in 3D

**<http://www.explorellearning.com/>**

Una raccolta di numerose simulazioni legate agli argomenti *classici* della fisica.

**<http://www.lamap.fr/>**

Raccolta di esperimenti *semplici* e di percorsi didattici per l'insegnamento della fisica e delle scienze nelle scuole elementari (in francese).

**<http://www.ill.fr/dif/3D-crystals>**

La struttura atomica di numerosi materiali (conduttori, superconduttori, magnetici, minerali, eccetera) è proposta in questo sito, con anche delle illustrazioni in 3D VRML.

**<http://pdg.lbl.gov>**

Sito gestito presso il CERN con numerose informazioni sulla fisica delle particelle, con anche delle pagine didattiche.

**<http://www.exploratorium.edu>**

Home page dell'Exploratorium di San Francisco, uno dei maggiori musei scientifici al mondo con numerose informazioni, consigli e materiali sia di carattere scientifico sia di carattere didattico.



## 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/>

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.

#### **Attività 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

e-mail: [museoac@kaiser.alma.unibo.it](mailto: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.

#### **Attività 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

e-mail: [antropom@kaiser.alma.unibo.it](mailto: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.

#### **Attività 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)

### *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.

#### **Attività 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)

e-mail: [mcc@eur.it](mailto: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.

#### **Attività 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 Imerio n. 46

e-mail: [museo@df.unibo.it](mailto: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.

#### **Attività 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  
e-mail: [sarti@geomin.unibo.it](mailto:sarti@geomin.unibo.it)  
Sito Internet: <http://www.geomin.unibo.it/>

### MUSEO DI MINERALOGIA "LUIGI 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.

#### Attività 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:** Piazza di Porta S. Donato n. 1  
e-mail: [felice@geomin.unibo.it](mailto: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.

#### Attività 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 Inerio n. 42  
e-mail: [zanotti@alma.unibo.it](mailto: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.

#### Attività 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  
e-mail: [acardu@ammc.unibo.it](mailto: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 videofilmate, che documentano la storia e lo sviluppo dell'industria dal XV secolo ad oggi.

#### **Attività 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

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.

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

#### **Attività 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)

e-mail: [planet@comune.bologna.it](mailto:planet@comune.bologna.it)

Sito Internet: [www2.comune.bologna.it/bologna/planet](http://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.

#### **Attività 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

e-mail: [adidzool@alma.unibo.it](mailto:adidzool@alma.unibo.it)

SitoInternet:

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

### MUSEO DAVIA BARGELLINI

Il museo, aperto al pubblico nel 1924, si presenta ancor oggi nell'allestimento voluto dall'allora Soprintendente delle Belle Arti, Francesco Malaguzzi Valeri. Si compone di due distinti nuclei patrimoniali, la quadreria Davia-Bargellini e le raccolte d'arti applicate, la cui fusione nelle sale del museo doveva dar vita, nelle intenzioni dell'ideatore, ad un vero e proprio appartamento arredato del Settecento bolognese. Nella pressoché totale dispersione ottocentesca delle antiche quadre senatorie, la raccolta Davia Bargellini si segnala ormai fra i pochissimi esempi ancora integri del collezionismo storico bolognese.

Le raccolte d'arte applicata (o d'arte "industriale" come, con terminologia ancora ottocentesca, le definiva Malaguzzi Valeri) hanno una provenienza più eterogenea. Si tratta per lo più di acquisti effettuati sul mercato antiquario o presso privati intorno al 1920 (la collezione di ferri battuti), di depositi lasciati da Opere Pie bolognesi (le splendide pianete ricamate sei-settecentesche), di lasciti al Comune di Bologna (la carrozza tardo settecentesca nella sala VI). Ben rappresentata è la scultura bolognese dal XVI al XIX secolo (opere di Onofri, Mazza, Piò, Tandolini), la ceramica graffita rinascimentale, il mobilio e l'arte dell'intaglio barocco bolognese. Si segnalano ancora il teatrino con marionette e il modello di palazzina arredata del sec. XVIII.

**Indirizzo:** Strada Maggiore 44

e-mail: Sezione Didattica Musei Civici d'Arte Antica

[MCAADidattica@comune.bologna.it](mailto:MCAADidattica@comune.bologna.it)

sito internet: <http://www.comune.bologna.it/iperbole/MuseiCivici/museicivici2000ita>

### FONDAZIONE GOLINELLI

Il Life Learning Center (<http://www.llc.unibo.it/>), ispirato alla tradizione americana di Cold Spring Harbor Laboratories, è stato creato dalla Fondazione Marino Golinelli e dall'Alma Mater Studiorum Università di Bologna con la collaborazione della Direzione Scolastica Regionale per l'Emilia Romagna e il contributo di Fondazioni Bancarie e enti locali. **È la prima esperienza italiana di ricerca e formazione permanente** al servizio delle Scuole secondarie con lo scopo di avvicinare i docenti e gli studenti alle Scienze della Vita (Biologia Molecolare e Cellulare, Genetica, Biotecnologie, Biochimica, Microbiologia) facendo vivere loro l'esperienza di laboratorio all'interno di una struttura di tipo universitario. I laboratori del Centro, dotati di attrezzature avanzate, divengono un'aula di lezione al di fuori degli Istituti scolastici, in cui insegnanti e ragazzi, seguiti da tutor universitari, possono sperimentare individualmente, secondo una metodologia "hands on", le scienze della vita.

Per i più piccoli, la Fondazione Marino Golinelli ha dato vita al portale, [www.ticaebio.it](http://www.ticaebio.it), nel quale i ragazzi delle elementari e delle medie inferiori, da soli o con l'aiuto dei più grandi, possono scoprire, giocando, le basi scientifiche delle biotecnologie della genetica, della biologia molecolare. Attraverso il laboratorio virtuale i giovani navigatori familiarizzano con i metodi scientifici.

**Indirizzo:** Life Learning Center

Via della Beverara 123 - Bologna - Italia

Tel.: +39 051 6341840 - Fax: +39 051 6354771

## **ULTERIORI CONTRIBUTI**

Riportiamo l'abstract di alcuni significativi articoli, il cui testo per esteso è contenuto nel già citato Progetto SeT matematica 2000 e quindi scaricabile dal sito.

### **Perché la Chimica è difficile?**

**Paolo Mirone**

È 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; 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.

### **Modellizzazioni matematiche: dal conto della spesa alle dimensioni dell'universo**

**Vinicio Villani**

(dal supplemento al Notiziario dell'UMI n. 10 ottobre 1999. Atti del XX Convegno Nazionale UMI-CIIM sull'insegnamento della matematica: "La matematica e le altre scienze: modelli, applicazioni, strumenti, didattici")

Nel maggio '98, in vista della relazione che avrei tenuto di lì a qualche mese al convegno UMI-CIIM, 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<sup>B</sup> e la 5<sup>H</sup> (insegnanti le Proff. C. Angiolini e F. Menconi).

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.

### **La scienza come impresa ermeneutica**

**Gianni Zanarini**

Il 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.

### **Poster “Storia della Matematica”**

Il poster è stato distribuito ai partecipanti al Convegno Nazionale “L'insegnamento della geometria oggi e domani”, organizzato da IRRE-ER a Bologna il 14 febbraio 2004

Il poster vuole, in estrema sintesi, collocare le principali scoperte in campo matematico entro il flusso degli eventi storici più importanti del mondo occidentale: dal 3000 avanti Cristo al 2000 dopo Cristo.

Particolare importanza nel cartellone assumono alcuni loghi, sistemati a fianco di date importanti dal punto di vista matematico. Obiettivo di questi loghi è quello di far capire al lettore come importanti scoperte matematiche siano intimamente connesse ad evoluzioni del pensiero umano in diversi campi, quali ad esempio: la musica, l'astronomia, la fisica, la chimica, l'informatica, la teoria della scienza delle telecomunicazioni, la statistica, ... eccetera.

Il poster è scaricabile dal sito FARDICONTO, all'indirizzo:

[http://www.fardiconto.it/poster\\_storia/index.htm](http://www.fardiconto.it/poster_storia/index.htm)

### **Poster “Dall'abaco al computer”**

Questo poster è stato distribuito ai docenti partecipanti al convegno “L'insegnamento dell'algebra (e non solo) nell'era dei computer” organizzato da IRRE-ER a Bologna il 15 Marzo 2004 ed è dedicato ad una breve storia delle idee e delle invenzioni legate al computer. A partire dal 600 a.C. in cui si hanno le prime notizie sull'utilizzo dell'abaco in Cina, vengono sinteticamente descritte le scoperte che hanno portato alla messa a punto dei moderni elaboratori, sottolineando gli aspetti tecnologici, quelli teorici e le applicazioni più importanti.

Il poster è scaricabile dal sito FARDICONTO, all'indirizzo:

[http://www.fardiconto.it/poster\\_abaco/index.htm](http://www.fardiconto.it/poster_abaco/index.htm)