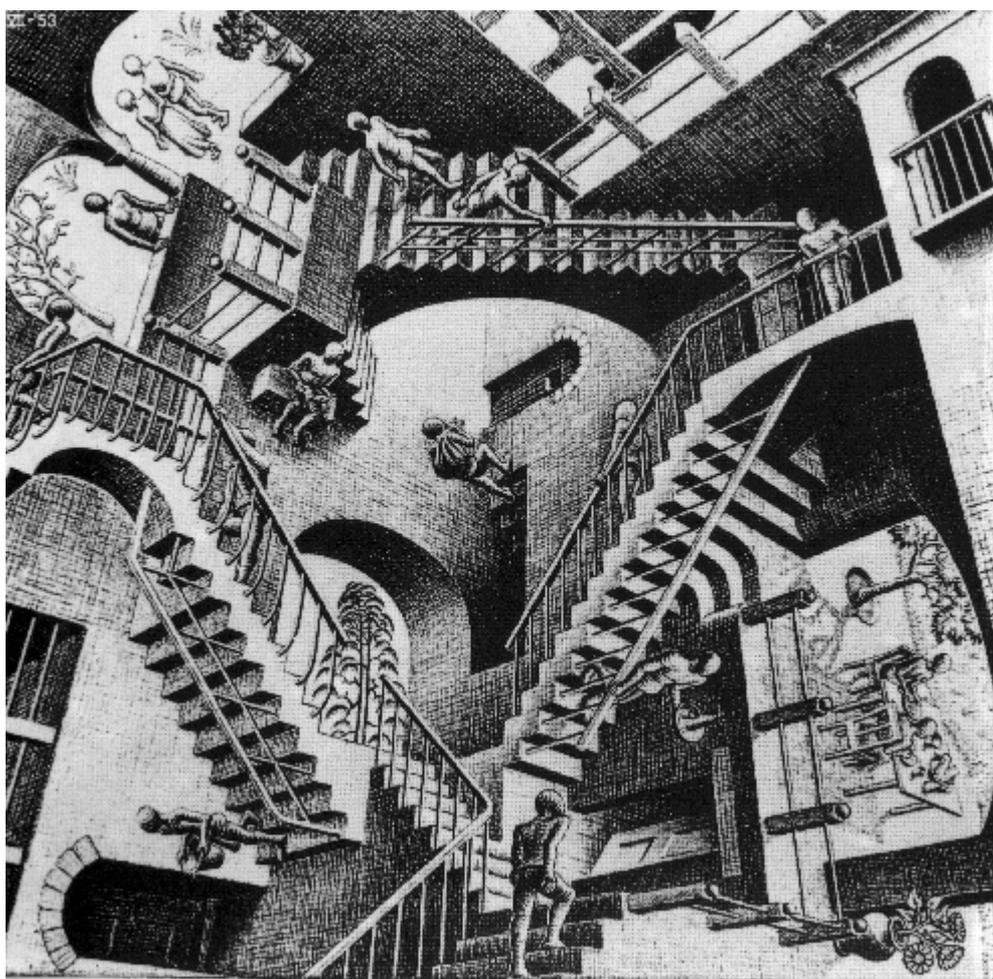


I.R.R.S.A.E. Emilia Romagna

Progetto SeT

Matematica 2000



M.C. Escher. *Relatività*.

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

Idee e Proposte per una Discussione

Bologna, aprile 2000

Indice

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

Presentazione

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

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

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

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

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

Filippo Ciampolini
Direttivo IRRSAE Emilia Romagna

Introduzione

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3) Si è assunto l'onere di vagliare e selezionare. Infatti moltissimi possono essere i materiali di vario genere prodotti sulle tematiche proposte dalla circolare del Ministero, ma non sempre tali materiali sono di reale utilità per le scuole. Come unico esempio proponiamo quello degli indirizzi di siti in Internet. A ciascuno di noi è capitato di navigare in rete per ore prima di trovare quell'unico sito che può essere utile alle nostre necessità; ed indubbiamente, nel nostro girovagare in rete, ci è capitato di imbatterci in materiali anche scientificamente scorretti; questo appare ormai come un problema a livello mondiale.

Il gruppo ha lavorato nell'assoluta consapevolezza (anche per oggettivi limiti di tempo) che questo è solo l'inizio di un cammino molto più lungo; ha anche la consapevolezza che il cammino sarà molto più fruttuoso ed utile alla comunità dei docenti, se si saprà aprire ad ulteriori contributi che possano venire dal mondo stesso della scuola.

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

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

Bologna, 3 aprile 2000

Il gruppo SeT

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

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

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

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

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



Ministero della Pubblica Istruzione

C.M. 270 Progetto SeT

DOCUMENTO DI BASE

1. Motivazioni del progetto

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

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

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

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

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

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

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

2. Obiettivi

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

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

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

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

b) *migliorare la professionalità degli insegnanti*

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

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

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

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

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

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

3. Alcune opzioni di base del progetto

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

3.1 Una visione unitaria di scienza e tecnologia

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

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

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

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

3.2 Una nozione allargata del concetto di laboratorio e di sperimentazione

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

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

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

3.3 Le tecnologie informatiche, telematiche e multimediali come strumento

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4. Iniziative e risorse

4.1. Linee di azione

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

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

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

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

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

4.2 Iniziative delle scuole

Attività

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

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

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

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

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

Risorse tecniche e strumentali

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

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

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

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

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

4.3 Iniziative a livello territoriale

Attività

A livello locale saranno promosse alcune attività di supporto per:

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

Risorse tecniche e strumentali

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

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

4.4 Iniziative a livello nazionale

Attività

A livello nazionale saranno garantite alcune funzioni.

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

Risorse tecniche e strumentali

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

5. Modalità di coinvolgimento delle scuole

Nel primo anno

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

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

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

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

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

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

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

A regime (a partire dal secondo anno)

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

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

6. Organizzazione e punti di riferimento

6.1 Le scuole

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

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

6.2 Il livello territoriale

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

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

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

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

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

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

6.3 Il Ministero

Presso il Ministero funzioneranno

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

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

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

7. Durata del Progetto

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

Appendice

AREE TEMATICHE PROPOSTE PER IL PROGETTO SeT

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

1. Processi di cambiamento e trasformazione

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

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

2. Stabilità e instabilità dei sistemi

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

3. I linguaggi della Scienza e della Tecnologia

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

4. Struttura: forma e funzione

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

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

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

6. I materiali

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

7. Energia: trasformazioni, impieghi, fonti primarie

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

8. Informazione e comunicazione

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

9. Microcosmo e macrocosmo

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

10. Dimostrazioni e modelli

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

11. Metodo matematico, metodo sperimentale, tecnologie

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

12. La scienza del vivere quotidiano

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

13. Tecnologie e vita

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

14. Ambiente e tecnologia

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

15. I grandi fenomeni naturali

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

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

PROGETTO SPECIALE
PER L'EDUCAZIONE SCIENTIFICO-TECNOLOGICA

1) Il contesto

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

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

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

2) Il calendario e le risorse finanziarie

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

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

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

3) Gli obiettivi fondamentali

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

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

4) L'impegno richiesto alle scuole

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

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

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

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

5) Il superamento delle discipline

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

6) Il concetto di laboratorio

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

7) Il ruolo dell'informatica

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

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

8) Le iniziative di supporto

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

9) Le aree tematiche

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