

New media in education: analisi di una successione  
di esperienze didattiche nel corso  
degli anni 1990-2002

Tesi di  
Nicoletta Sala

Direttore di tesi  
Prof. Jean-François Perret

Presentata alla  
Facoltà di Scienze della comunicazione  
Università della Svizzera italiana

per il titolo di  
Dottore in Scienze della comunicazione

Aprile 2004

Giuria/Board:

Prof. Marco Colombetti (presidente),  
Prof. Jean-François Perret (direttore di tesi),  
Prof. Lorenzo Cantoni, USI,  
Prof. Beatrice Ligorio, Università di Bari,  
Prof. Daniel Peraya, Université de Genève.

## **Riassunto**

Lo scopo di questo dottorato di ricerca è di analizzare in che modo l'informatica e le nuove tecnologie della comunicazione possano modificare le situazioni di formazione e le pratiche didattiche. L'idea che prevale è che siano degli strumenti in grado di facilitare l'esecuzione dei compiti, potenziare i processi di insegnamento e di apprendimento, promuovere lo sviluppo individuale e di gruppo e favorire lo sviluppo di nuovi modelli di didattica.

Lo scopo della tesi è di identificare gli ambiti in cui esse possono apportare un valore aggiunto nei confronti del processo di insegnamento. Il lavoro di ricerca analizza, per conseguire scopo, cinque diverse esperienze (nel dominio dell'insegnamento dell'elettronica, dell'informatica e della matematica) corrispondenti a cinque periodi d'innovazione che coprono dodici anni di docenza, dal 1990 al 2002.

All'interno di ciascuno di questi periodi sono state svolte sia una ricerca teorica sullo stato dell'arte di una specifica tecnologia, sia una sperimentazione didattica mirata a verificare l'impatto che la tecnologia in analisi ha in quello specifico ambito educativo. Attraverso queste esperienze la nostra ricerca si sofferma a verificare, nel reale contesto lavorativo di un docente, quali siano i problemi e le tematiche che si devono affrontare affinché l'introduzione delle nuove tecnologie in ambito didattico possa condurre a risultati positivi e a migliorare sia il lavoro del docente che la sua formazione continua. Si tratta di un argomento molto complesso, che coinvolge aspetti sociali, pedagogici, educativi e tecnologici.

L'analisi delle esperienze ha mostrato in particolare l'importanza che l'uso ben calibrato delle nuove tecnologie informatiche e della comunicazione ricopre nella scuola, contribuendo a creare nuovi ambienti didattici il cui senso è proprio quello di favorire la strutturazione del sapere.

# Indice

<b>Introduzione.....</b>	<b>8</b>
<b>Capitolo 1</b>	
<b>Periodo di esperienza 1990 – 1994:</b>	
<b>Il computer entra a far parte della didattica.....</b>	<b>22</b>
Premessa .....	22
1. Introduzione (L'informatica e la sua evoluzione fino al 1994) .....	22
2. Stato dell'arte sulle ricerche didattiche che coinvolgono l'informatica e il computer nell'insegnamento.....	23
2.1 Il computer nell'insegnamento all'estero.....	25
2.2 Il computer nell'insegnamento in Italia.....	28
3. Il progetto didattico: "Work Station per il docente" .....	29
3.1 Caratteristiche del progetto .....	30
3.2 Il mio contributo all'interno del progetto "Work Station per il docente" .....	31
3.2.1 Il computer nelle attività di spiegazione teorica.....	33
3.2.2 Il computer nelle esercitazioni di elettronica.....	37
3.2.3 Il computer nelle attività di laboratorio di elettronica.....	40
3.2.4 Il computer nelle attività burocratiche: Il registro di classe.....	43
3.3 Osservazioni inerenti il progetto "Work Station per il docente".....	48
4. Conclusioni.....	49
<b>Capitolo 2</b>	
<b>Periodo di esperienza 1994 – 1995:</b>	
<b>La multimedialità nella didattica a distanza.....</b>	<b>52</b>
Premessa .....	52
1. Introduzione (La multimedialità e la sua applicazione nella didattica a distanza).....	60
2. Stato dell'arte sulle ricerche didattiche che coinvolgono la multimedialità nella didattica a distanza.....	60
2.1 All'estero.....	60
2.2 In Italia.....	63
3. Il progetto didattico del Ladimu (Laboratorio di Didattica Multimediale) del Politecnico di Torino: "Moduli ipermediali per l'apprendimento a distanza della strumentazione elettronica di base.....	68
3.1 Caratteristiche del progetto.....	69
3.2 Organizzazione del progetto.....	69
3.2.1 La realizzazione dei moduli ipermediali.....	70
3.2.1.1 La progettazione didattica.....	71
3.2.1.2 L'implementazione dei moduli .....	75
3.2.1.3 La validazione dei moduli .....	77
3.2.2 La simulazione dei pannelli di controllo.....	78
3.2.3 L'uso della strumentazione elettronica in remoto .....	81
3.2.4 Osservazioni sul progetto "Moduli ipermediali per l'apprendimento a distanza della strumentazione elettronica di base" .....	84
4. Conclusioni .....	85

## Capitolo 3

### Periodo di esperienza 1995 – 1996:

<b>La telematica e Internet nella didattica</b> .....	88
Premessa .....	88
1. Introduzione (La telematica, le reti di computer, Internet e la loro evoluzione fino al 1996).....	90
2. Stato dell'arte sulle ricerche didattiche che coinvolgono la telematica e Internet in campo educativo.....	95
2.1 All'estero.....	97
2.2 In Italia.....	97
3. Il progetto didattico: "Web Learning Environment" .....	98
3.1 Caratteristiche del progetto .....	99
3.2 Il mio contributo all'interno del progetto "Web Learning Environment" .....	99
3.2.1 Primo passo: conoscere Internet.....	101
3.2.2 Secondo passo: la ricerca in Internet. ....	103
3.2.3 Terzo passo: l'accesso agli FTP.....	104
3.2.4. Quarto passo: integrazione di Internet nella didattica tradizionale .....	105
3.2.5 Quinto passo: La realizzazione delle prima pagine Web.....	107
3.2.6 Sesto passo: La realizzazione di un progetto interdisciplinare .....	108
3.2.6.1 Raccolta del materiale da inserire in Internet.....	110
3.2.6.2 Scelta del materiale da inserire in Internet.....	110
3.2.6.3 Progettazione dell'ipertesto in lingua italiana.....	111
3.2.6.4 Verifica dell'ipertesto in lingua italiana.....	112
3.2.6.5 Progettazione dell'ipertesto in lingua inglese.....	112
3.2.7 Settimo passo: la comunicazione con Internet.....	112
3.3 Osservazioni inerenti il progetto "Web Learning Environment".....	114
4. Conclusioni.....	115

## Capitolo 4

### Periodo di esperienza 1997 – 2001:

#### La multimedialità come strumento per una didattica attiva

<b>e costruzionista</b> .....	118
Premessa .....	118
1. Introduzione .....	122
2. Stato dell'arte sulle ricerche didattiche che coinvolgono la multimedialità, il costruttivismo e l'apprendimento di tipo cooperativo.....	127
2.1 All'estero.....	127
2.2 In Italia.....	130
3. Il progetto didattico: "Learning by Doing and Creating" .....	132
3.1 Caratteristiche del progetto .....	133
3.1.1 Obiettivi e prerequisiti .....	135
3.1.2 Organizzazione del lavoro .....	137
3.1.3 Fase 1: lo scenario iniziale.....	137
3.1.3.1 Test di conoscenza sulle reti neurali.....	139
3.1.3.2. Presentazione del progetto.....	141
3.1.3.3 Ricerca bibliografica di informazioni sulle reti neurali.....	142
3.1.3.4 Scelta dei contenuti da inserire nel progetto.....	143

3.1.3.5	La progettazione e la realizzazione dell'ipertesto.....	144
3.1.3.5.1	L'interfaccia utente.....	145
3.1.3.5.2	La struttura dell'ipertesto.....	148
3.1.3.5.3	La realizzazione dell'ipertesto.....	150
3.1.3.5.4	La verifica dell'ipertesto.....	153
3.1.3.6	La realizzazione dell'ipermedia. ....	153
3.1.3.7	La verifica dell'apprendimento.....	156
3.1.3.7.1	Commento ai risultati del test.....	160
3.1.3.7.2	Il test per valutare il progetto.....	163
3.1.3.7.3	Commento ai risultati del test per la valutazione progetto.....	161
3.2	Fase 2: lo scenario iniziale.....	165
3.2.1	Test di conoscenza sulle reti neurali.....	167
3.2.2	Presentazione del progetto .....	168
3.2.3	Analisi dell'interfaccia grafica dell'ipermedia .....	168
3.2.4	Modifica dell'interfaccia grafica.....	170
3.2.5	Ricerca di materiale per integrare l'ipermedia.....	173
3.2.6	Modifica dell'ipermedia dal punto di vista dei contenuti e suo controllo finale .....	173
3.2.7	Verifica dell'apprendimento conseguito.....	175
3.2.7.1	Commento ai risultati del test.....	177
3.2.7.2	Il test per valutare il progetto .....	178
3.2.7.3	Commento ai risultati del test per la valutazione del progetto.....	179
3.3	Fase 3: lo scenario iniziale.....	183
3.3.1	Test di conoscenza sulle reti neurali.....	184
3.3.2	Presentazione dell'argomento utilizzando la didattica tradizionale metodologia didattica ... ..	185
3.3.3	Il test per misurare l'apprendimento conseguito.....	185
3.3.3.1	Commento ai risultati del test.....	187
3.4	Fase 4: Elaborazione dei dati raccolti .....	188
3.5	Discussione dei risultati ottenuti.....	191
3.6	Alcune considerazioni sul progetto "Learning by Doing and Creating".....	192
4.	Conclusioni.....	194

## Capitolo 5

### Periodo di esperienza 1996 – 2002: La realtà virtuale e i nuovi media come

	<b>strumenti per la didattica universitaria della matematica.....</b>	<b>198</b>
	Premessa .....	198
1.	Introduzione (la realtà virtuale e la sua evoluzione fino al 1996) .....	200
2.	Stato dell'arte sulle ricerche didattiche che coinvolgono la realtà virtuale in campo educativo.....	207
2.1	All'estero.....	208
2.2	In Italia.....	212
3.	Il progetto didattico: "Pensiero Matematico" .....	212
3.1	Caratteristiche del progetto .....	213
3.2	Il mio contributo all'interno del progetto "Pensiero Matematico" .....	214



# Introduzione

## 1. La didattica come una scienza della comunicazione

Nel giro di pochi decenni l'intero scenario dei saperi e delle abitudini umane si è trasformato nelle società occidentali. Sono infatti mutate le condizioni materiali della comunicazione e della conoscenza ed insieme a queste e con queste sono mutate le forme del sapere umano, sia il modo con cui questo sapere viene spiegato ed esposto. Il mondo della scuola non poteva non venire influenzato da questo fenomeno, che coinvolge sia le metodologie di insegnamento sia gli strumenti con cui si espongono gli argomenti durante una normale attività didattica.

Franco Frabboni, in un recente libro, sottolinea come *“la Didattica, in quanto scienza della comunicazione (è la sua “identità dialettica”), si fa carico di trasferire (stando sempre dalla parte di chi riceve: l’allievo) conoscenze, culture e valori da un’istituzione (famiglia, scuola ecc.) e/o da un adulto (genitore, insegnante ecc.) a un’età generazionale in formazione (a partire da quella infantile)”*<sup>1</sup>.

L’aspetto molto interessante di questa considerazione, nella mia prospettiva di ricerca, è la definizione della **didattica come una scienza della comunicazione**<sup>2</sup>. Frabboni, poche pagine prima, giustifica questa possibilità di iscrizione epistemologica quando rileva come il compito della didattica consista nel *“mettere in comunicazione le dimensioni di sviluppo delle diverse età generazionali [...] con i sistemi simbolico-culturali [...] all’interno dei diversi ambienti formativi”*<sup>3</sup>.

Di conseguenza, il lavoro didattico, essendo un lavoro di mediazione e di raccordo tra il soggetto in formazione e i sistemi simbolici e culturali che sono il patrimonio di una società, è un lavoro strutturalmente comunicativo.

Questo comporta, nello studio del processo didattico, una operazione di ancoraggio al processo della comunicazione che esso presuppone. Non è possibile fare didattica senza conoscere funzioni e codici della comunicazione e il problema si presenta, per così dire, amplificato nel momento in cui, come oggi, una delle linee di tendenza della formazione è di trasferire in un contesto tecnologico, ad esempio telematico o multimediale, alcune prassi didattiche. In un contesto così strutturato, non è più sufficiente conoscere il processo della comunicazione in generale, ma è indispensabile anche verificare come esso vada soggetto a cambiamento nel momento in cui si passa da uno schema di relazione personale in presenza, come ad

---

<sup>1</sup> Frabboni F. (1999) *Didattica generale*, Bruno Mondadori, Milano, p.32.

<sup>2</sup> Per una panoramica dei diversi modelli attraverso cui accostarsi al fenomeno della comunicazione, cfr.: Fiske J. (1990) *Introduction to Communication Studies*, Routledge, New York; Morcellini M., Fatelli G. (1994) *Le scienze della comunicazione*, NIS, Roma; Rivoltella P.C. (1998) *Teoria della comunicazione*, La Scuola, Brescia; Perriault J. (1996), *La communication du savoir à distance*, L'Harmattan, Paris; Lardellier P. (2001) *Entretien avec Marc Augé, Jacques Perriault et Yves Winkin : Anthropologie et communication*, MEI «Médiation et information», n° 15, pp. 7-16 ; Perriault J. (2002) *Éducation et nouvelles technologies. Théorie et pratiques*, Nathan Université.

<sup>3</sup> Frabboni F. (1999) *Didattica generale*, Bruno Mondadori, Milano, p.19.



esempio una tradizionale attività didattica in classe, a uno schema di relazione personale a distanza, come ad esempio nella “distance education” .

A questa considerazione che coinvolge la scienza della comunicazione, vanno di conseguenza associati i nuovi media e le nuove tecnologie informatiche (reti telematiche, Internet, gli ipertesti e la multimedialità), che hanno modificato il modo di comunicare, e con esso anche la didattica e la formazione.

L’odierna “società dell’informazione” è teatro di una nuova grande rivoluzione che è comparabile alle rivoluzioni provocate dall’invenzione dell’alfabeto e della stampa. Il computer non è più una semplice macchina, ma è diventato un apparato di conoscenza, una metafora di un nuovo regime mentale, caratterizzato da fluidità, contaminazione, interattività.

Si tratta, innanzitutto, di una rivoluzione tecnologica che si può analizzare attraverso tre indicatori:

1. *La possibilità di gestire e di spostare grandi masse di dati;*
2. *L’indipendenza della comunicazione dal luogo fisico*, ossia la possibilità di realizzare interazioni comunicative anche in tempo reale, senza però condividere con l’interlocutore lo stesso spazio;
3. *La velocizzazione dei processi di comunicazione* (un epistolario elettronico di pochi giorni equivale a un epistolario cartaceo di mesi). In questo caso la comunicazione è più densa, rapida e permette di imprimere un’accelerazione al discorso contraendo, di conseguenza, i tempi.

In campo educativo, gli effetti di questa rivoluzione tecnologica si registrano soprattutto nella capacità di incidere profondamente sull’organizzazione e sui processi dell’istruzione, i quali rappresentano degli snodi cruciali della nostra società post-industriale.

## **2. Lo scopo di questo dottorato di ricerca**

Alla luce delle precedenti considerazioni, lo scopo di questo lavoro di dottorato, è di analizzare in che modo le nuove tecnologie abbiano modificato la scuola e la didattica. Per raggiungere questo scopo, si cercherà di rispondere ad alcuni quesiti, il primo è il seguente:

***“Per quale motivo introdurre le nuove tecnologie nella scuola?”***

Per rispondere a questa domanda ho analizzato la produzione legislativa e pedagogico-didattica degli ultimi decenni e mi sono accorta che le parole maggiormente utilizzate all’interno della produzione legislativa, e che io ritengo le “parole chiave” per comprendere il fenomeno della trasformazione della scuola attraverso le nuove tecnologie, sono:

- *Modernizzazione* (in pratica, le nuove tecnologie favorirebbero lo “svecchiamento” delle pratiche di insegnamento/apprendimento),
- *Integrazione* (promuovrebbero la costituzione di sistemi di rete nella singola scuola e tra le scuole),
- *Innovazione* (permetterebbero di dare un impulso alla trasformazione della struttura della scuola e dei processi di insegnamento),
- *Estensione* (garantirebbero alla didattica un prolungamento oltre il tempo scolastico, in relazione alle esigenze, e ai ritmi di apprendimento dello studente).

L'idea che prevale è che le nuove tecnologie siano degli strumenti in grado di facilitare l'esecuzione dei compiti, potenziare i processi di insegnamento e di apprendimento, promuovere lo sviluppo individuale e di gruppo.

**Non bisogna però cadere nella trappola di assumere posizioni di ingenuo "determinismo tecnologico"**. Una tecnologia (come ad esempio il computer o la multimedialità) non produce automaticamente e indipendentemente effetti positivi sui processi di insegnamento/apprendimento. E' necessario che gli attori e i contesti ne favoriscano un'integrazione didattica. Senza questo intervento, la tecnologia di per sé rischia di non produrre alcun cambiamento<sup>4</sup>.

Occorre quindi riflettere sul rischio di cambiare tutto perché nulla cambi. Si può infatti essere innovativi utilizzando gesso e lavagna, ed antiquati utilizzando Internet. La qualità innovativa della didattica dipende infatti solo fino a un certo punto dal suo formato tecnologico. E' importante inoltre sottolineare come l'innovazione tecnologica ha sicuramente un ruolo di grande importanza nell'evoluzione del sistema scolastico, ma non è però il solo fattore da considerare. Per analizzare in modo corretto questo problema, ho stabilito che tra le variabili di contesto da prendere in esame nella mia ricerca, quelle più importanti in questo ambito sono: la *convinzione e l'intraprendenza dei docenti* (è sufficiente che alcuni insegnanti coinvolti in una sperimentazione didattica, abbiano paura verso il nuovo o mostrino un'idiosincrasia nei confronti delle nuove tecnologie, che ciò può influenzare negativamente il risultato della sperimentazione); la *sensibilità dei direttori e dei dirigenti scolastici* (solo se la direzione di un istituto crede in una sperimentazione didattica, allora i docenti avranno pieno appoggio, anche economico, per svolgere le loro ricerche educative) e infine le *risorse tecnologiche della scuola* (ad esempio, i tipi di computer in dotazione, la cablatura della rete, la connettività, i mezzi di visualizzazione<sup>5</sup>).

Un secondo quesito, che viene spontaneo se si analizza l'impatto che le nuove tecnologie hanno avuto nel sistema scolastico, è il seguente:

***"Quali sono gli ambiti in cui le nuove tecnologie possono apportare un valore aggiunto nei confronti della scuola?"***

Per rispondere a questa domanda ho analizzato gli ambiti entro i quali le nuove tecnologie forniscono alla scuola un valore aggiunto, individuandone due che risultano basilari per il lavoro del docente. Il primo ambito, che definirei *organizzativo*, permette di analizzare in che modo le nuove tecnologie possano favorire un alleggerimento del lavoro burocratico che devono svolgere sia l'insegnante sia la segreteria scolastica, ad esempio di registrazione dei voti, delle assenze e la comunicazione con le famiglie degli studenti. Il secondo ambito, che definirei *di amplificazione delle soggettività e dell'apprendimento*, fa riferimento a come le nuove tecnologie possano permettere la diversificazione e la personalizzazione dell'intervento didattico, questo aspetto permette di rendere l'attività didattica del docente più flessibile e che si può meglio adattare ai diversi stili cognitivi dei propri allievi.

---

<sup>4</sup> Pierre Levy sottolinea il pericolo del determinismo tecnologico nel suo saggio: *Cyberculture. Rapport au Conseil de l'Europe*, Odile Jacob, Paris, 1997 (trad. it. *La cybercultura. Gli usi sociali delle NTI*, Feltrinelli, Milano, 1999).

<sup>5</sup> Tra i mezzi di visualizzazione ricordiamo il data show e il video proiettore.

### 3. L'organizzazione di questo dottorato di ricerca

Dopo avere individuato gli ambiti in cui le nuove tecnologie possono apportare un valore aggiunto nei confronti della scuola, ho suddiviso il mio lavoro di ricerca in cinque parti, corrispondenti a cinque diversi periodi che coprono l'intervallo 1990 – 2002. All'interno di ciascuno di questi periodi, ho svolto sia una ricerca teorica sullo stato dell'arte di una specifica tecnologia, sia una sperimentazione didattica mirata a verificare l'impatto che la tecnologia in analisi ha in uno specifico ambito educativo. Attraverso queste esperienze personali, ho potuto verificare, nel reale contesto lavorativo di un docente, quali siano i problemi e le tematiche che si devono affrontare affinché l'introduzione delle nuove tecnologie in ambito didattico possa condurre a risultati positivi e a migliorare sia la didattica sia il lavoro del docente. Poiché si tratta di un problema molto complesso, che coinvolge aspetti sociali, pedagogici, educativi e tecnologici, ne ho affrontato la trattazione suddividendo gli argomenti nel seguente modo:

- 1) L'informatica nella scuola
- 2) La multimedialità nella didattica a distanza
- 3) La telematica e Internet nella didattica
- 4) La multimedialità come strumento per una didattica costruzionista
- 5) La realtà virtuale nella didattica.

Le mie esperienze didattiche sono state svolte nel periodo 1990 – 2002. In questo periodo sono stata prima insegnante di elettronica e di informatica presso una scuola media superiore italiana, un istituto tecnico industriale ad indirizzo informatico, e poi docente di un corso di matematica, presso l'Università della Svizzera italiana. La prossima figura 1 illustra la suddivisione delle diverse tecnologie e la loro collocazione, in ordine cronologico, all'interno delle mie sperimentazioni didattiche.

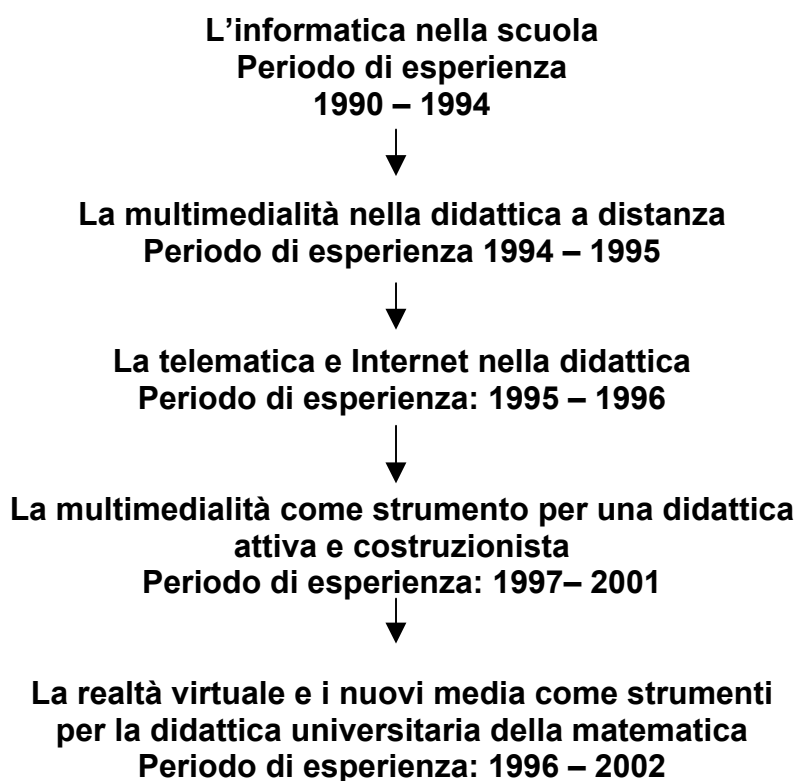


Figura 1. Suddivisione del lavoro di ricerca in argomenti e periodi.

Questa organizzazione del lavoro di ricerca mi ha permesso di analizzare ogni tecnologia, inserendola all'interno di una personale sperimentazione didattica, nella quale ho stabilito i quesiti a cui fornire una risposta, gli obiettivi da raggiungere, le verifiche, i test e le osservazioni da compiere sugli studenti per controllare il raggiungimento degli obiettivi. Al termine di ogni fase, ho commentato i miei risultati, in qualche caso parziali, confrontandoli con quelli di altre ricerche svolte nello stesso campo.

### 3.1 La prima parte della ricerca

La didattica è un'attività di comunicazione, di conseguenza molto può essere effettuato e supportato dalle tecnologie dell'informazione. Lo scopo della prima parte della mia ricerca, che coinvolge il periodo 1990 – 1994, è di analizzare in che modo l'informatica e il computer siano entrati a far parte della didattica e ne abbiano modificati sia i contenuti di alcune discipline, sia il modo di “fare lezione”.

Dopo avere raccolto le informazioni ed analizzato lo stato dell'arte relativo alle ricerche che hanno coinvolto l'informatica e il computer nella didattica, dall'origine risalente alla seconda metà degli anni Cinquanta fino ai piani nazionali per l'informatica<sup>6</sup>, ho fatto riferimento alle modalità indicate da **Norton** (1988)<sup>7</sup> con cui possiamo introdurre l'informatica nella didattica. Utilizzando il punto di vista di Norton, l'informatica entra nella didattica attraverso cinque diversi approcci che sono:

- *L'insegnamento della programmazione informatica.*
- *L'alfabetizzazione informatica*<sup>8</sup>.
- *Il computer come strumento di lavoro.*
- *Il problem solving.*
- *La didattica integrata.*

Per l'impostazione del lavoro nel mio primo periodo di studio sono state di notevole importanza le ricerche e le considerazioni di **Pellerey**, il quale classifica l'introduzione dell'informatica nella didattica in due diversi modelli<sup>9</sup>. Egli individua:

- un *modello distribuito* (che prevede la presenza dell'informatica e del computer all'interno delle diverse discipline di studio),
- un *modello integrato* (prevede invece una iniziazione generale all'informatica).

Il mio primo progetto didattico, denominato “Work Station per il Docente”, rientra nella tematica che fa riferimento al *computer come strumento di lavoro*, approccio definito da Norton, e al modello *distribuito* di Pellerey. Questa sperimentazione didattica ha coinvolto un Dipartimento universitario<sup>10</sup> e alcuni insegnanti della scuola media superiore italiana di diverse discipline (lingua italiana, filosofia, matematica,

---

<sup>6</sup> Attraverso lo studio delle ricerche di Bitzer, Suppes, Papert, Jonassen.

<sup>7</sup> Norton P. (1988). In search of a computer curriculum. *Journal of Educational Technology*, n. 3.

<sup>8</sup> Alfabetizzazione informatica è un termine molto generale che potrebbe essere definito in diversi modi. In primo luogo si fa riferimento alle conoscenze di base della struttura dell'elaboratore, dei principi di base per un suo corretto utilizzo e delle conoscenze elementari della programmazione.

<sup>9</sup> Pellerey M. (1986). *Informatica: fondamenti culturali e tecnologici*. SEI, Torino.

<sup>10</sup> Il Dipartimento di Scienze dell'Informazione dell'Università Statale di Milano.

fisica, informatica, elettronica e tecnologia meccanica). Lo scopo primario della ricerca "Work Station per il Docente" è quello di raccogliere proposte, di effettuare esperienze, di sviluppare prototipi e di effettuare valutazioni sulle tecnologie a supporto delle attività del docente nelle sue interazioni con gli studenti. Si tratta di un progetto pilota che rappresenta un tentativo di creare una stazione di lavoro che aiuti l'insegnante sia nelle attività didattiche sia nelle attività burocratiche (registrazione dei voti, elaborazione statistica dei risultati delle verifiche) e che utilizza come strumento base il personal computer.

In questo modo l'informatica e il calcolatore diventano strumenti attraverso i quali:

- realizzare le proprie lezioni in forma digitale (con i primi rudimentali ipertesti<sup>11</sup> e primi programmi di "presentation manager"<sup>12</sup>),
- svolgere le attività burocratiche (ad esempio compilazione del registro di classe o la scrittura di lettere per la comunicazione con le famiglie degli studenti),
- organizzare le attività di laboratorio nelle materie tecnico – scientifiche.

All'interno di questo progetto ho il compito di realizzare, a basso costo, un'attività didattica completa nella disciplina elettronica, che integri il personal computer e le tecnologie informatiche nelle lezioni tradizionali e nelle attività di laboratorio.

Il quesito a cui desidero fornire una risposta con la mia prima sperimentazione è il seguente:

***"Con gli strumenti attuali<sup>13</sup> è possibile creare, con il personal computer, una completa stazione di lavoro per il docente di elettronica?"***

Per trovare una risposta a questa domanda, ho prima di tutto evidenziato le attività che svolge un insegnante di elettronica (la lezione teorica, l'attività di laboratorio e le attività burocratiche: dalla registrazione dei voti e delle assenze, alla comunicazione con la segreteria e con le famiglie), cercando di capire in che modo potessero essere svolte con l'ausilio del computer. In seguito, ho stabilito gli obiettivi di questa prima sperimentazione che sono: realizzare con il personal computer una completa stazione di lavoro per un docente di elettronica. Ho poi fissato gli obiettivi di apprendimento che gli studenti coinvolti nella mia sperimentazione devono conseguire, facendo riferimento ai primi cinque livelli della tassonomia di Bloom, e ho costruito i test e le prove in itinere, per verificarne il conseguimento. In seguito ho realizzato quarantacinque lezioni in forma digitale, che presentano cinque importanti unità didattiche di elettronica<sup>14,15</sup>, utilizzando Story Board. Un ulteriore aspetto che

---

<sup>11</sup> Ad esempio Guide®.

<sup>12</sup> Ad esempio Story Board®.

<sup>13</sup> Quelli offerti dalla tecnologia nel periodo 1990 – 1994.

<sup>14</sup> Ora il termine "unità didattica" è stato sostituito da quello, più generale, di "modulo didattico".

<sup>15</sup> Le unità didattiche sono: Fondamenti di elettronica di base (cinque lezioni, dal resistore alle leggi di Ohm e di Kirchhoff); Elettronica digitale (tredici lezioni, dagli automi di Mealy e di Moore, ai contatori e alle memorie); Amplificatore per piccoli segnali in centro banda (dodici lezioni, dai parametri ibridi dei transistor JFET e BJT fino all'amplificatore differenziale); Amplificatore operazionale (sette lezioni, dall'amplificatore operazionale ideale fino all'integratore di Miller); Conversione A/D – D/A (otto lezioni, dallo schema a blocchi di un sistema di acquisizione dati, alla trattazione dei più noti convertitori A/D e D/A).

ho studiato fa riferimento alla capacità che il computer può avere in ambito organizzativo, alleggerendo il docente da lavori burocratici e di verbalizzazione. Per questa ragione, ho progettato e realizzato<sup>16</sup> un prototipo di registro di classe elettronico che, oltre alla registrazione dei voti, permettesse la stampa di lettere di comunicazione alle famiglie degli studenti.

Alla luce di questa mia prima esperienza, nella quale ho modificato fortemente la mia impostazione della didattica<sup>17</sup>, ho cercato di rispondere al quesito posto all'inizio del progetto "Work Station per il docente" e in parte sono riuscita nel mio intento, anche se gli strumenti informatici a disposizione in quel periodo non erano sofisticati come quelli attuali. Si pensi, ad esempio che le mie lezioni di elettronica, digitalizzate con un programma di "presentation manager", ora potrebbero essere facilmente organizzate in modo ipertestuale, permettendo agli studenti una navigazione libera all'interno degli iperdocumenti.

### 3.2 La seconda parte della ricerca

Lo scopo della seconda parte della mia ricerca, che coinvolge il periodo 1994 – 1995, è di analizzare in che modo la multimedialità abbia modificato l'impostazione dell'attività didattica e soprattutto in che modo questa tecnologia abbia favorito la didattica a distanza. Per raggiungere questo scopo, è stato necessario considerare gli studi pedagogici e sociologici che giustificano l'uso della multimedialità, identificando tre diversi filoni di pensiero che illustrano e sostengono l'impiego della multimedialità nei processi di apprendimento e di insegnamento.

All'interno di questa tematica ho analizzato i filoni sviluppati da:

1. **McLuhan** (*il medium è messaggio*)<sup>18</sup> e dal suo allievo **de Kerckhove** (*brainframes*)<sup>19</sup>;
2. **Bruner** (*strategie di apprendimento*)<sup>20</sup>, **Olson** (*skill in a medium*)<sup>21</sup>, **Gardner** (*frames of mind*)<sup>22</sup> e **Greenfield** (*istruzione a più voci*)<sup>23</sup>;
3. **Spiro** (*teoria della flessibilità*)<sup>24</sup>.

---

<sup>16</sup> In collaborazione con il collega Ferdinando Codonesu.

<sup>17</sup> Prima la mia didattica si basava sulla lezione frontale e sui tradizionali mezzi a disposizione di un docente (lavagna o lavagna luminosa), e su un approccio tradizionale al laboratorio di elettronica nel quale si misuravano parametri inerenti circuiti elettrici o elettronici, utilizzando una strumentazione tradizionale.

<sup>18</sup> McLuhan M. & Fiore Q. (1967) *The Medium is the Message*, Bantam, New York (Trad. it. *Il medium è messaggio*, Feltrinelli, Milano (1968)).

<sup>19</sup> De Kerckhove D. (1991). *Brainframes. Technology, mind and business*, Bosch & Keuning, Utrecht (Trad. It., *Brainframes. Mente, tecnologia, mercato*, Baskerville, Bologna (1993)).

<sup>20</sup> Bruner J. (1990). *Acts of Meaning*, President and Fellows of Harvard College, Harvard (Trad. It., *La ricerca del significato. Per una psicologia culturale*, Bollati Boringhieri, Torino (1992)).

<sup>21</sup> Olson D. R. (1977). *Linguaggi, media e processi educativi*, Loescher, Torino.

<sup>22</sup> Gardner H. (1991). *The Unschooled Mind. How Children think and How Schools Should Teach*, Basic Books, New York (Trad. It., *Educare al comprendere*, Feltrinelli Milano (1993)).

<sup>23</sup> Greenfield P. M. (1987). Electronic technologies, education, and cognitive development. In *Rassegna di Psicologia*, n. 2/3.

Per potere meglio comprendere come la multimedialità si sia inserita, oltre che nella didattica tradizionale, anche nella didattica a distanza, ho, per prima cosa, analizzato lo stato di evoluzione della multimedialità dalla sua nascita fino al periodo in esame, nel quale ho svolto la mia sperimentazione. In seguito, ho cercato una bibliografia appropriata, giungendo a definire anche lo stato dell'arte relativo ai progetti di didattica a distanza (ad esempio il progetto statunitense Interactive Multimedia Trial – Distance Learning, il progetto europeo Multimedia Teleschool e il progetto italiano NET.T.UN.O.).

La possibilità di svolgere un'esperienza reale nel campo della didattica a distanza, mi è stata offerta dal Ladimu (Laboratorio di Didattica MULTimediale) del Dipartimento di Elettronica del Politecnico di Torino, che mi ha coinvolta nel progetto "Moduli ipermediali per l'apprendimento a distanza della strumentazione elettronica di base". Si tratta di un progetto pilota che rappresenta un tentativo di creare dei moduli ipermediali per la didattica della strumentazione elettronica di base. L'esigenza primaria di questo progetto è quella di permettere una preparazione all'uso della strumentazione elettronica, senza dovere utilizzare un laboratorio di elettronica "reale"<sup>25</sup>, sfruttando le potenzialità della telematica e della multimedialità.

Per raggiungere l'obiettivo di addestrare i futuri ingegneri elettronici, oltre alle lezioni che introducono le caratteristiche della strumentazione, è stato pensato di inserire anche le simulazioni dei pannelli di controllo di alcuni strumenti specialistici (oscilloscopi e analizzatori di spettro) in modo che gli studenti possano addestrarsi al loro uso senza dovere entrare in un laboratorio. Nel progetto è stata inoltre studiata la possibilità di utilizzare della strumentazione in "remoto", ossia la strumentazione elettronica che si trova a distanza rispetto all'utente. All'interno di questo progetto io ricopro il ruolo di insegnante di elettronica e di consulente che ha il compito di controllare la validità didattica dei moduli ipermediali realizzati da alcuni studenti che partecipano al progetto per la preparazione della loro tesi di laurea. Durante questa seconda sperimentazione, mi sono posta come obiettivo di trovare una risposta al seguente quesito:

***"E' possibile introdurre la strumentazione elettronica di base e imparare ad usarla utilizzando dei moduli ipermediali?"***.

La sperimentazione è stata articolata in tre diverse fasi che hanno portato dalla realizzazione sia dei moduli ipermediali che spiegano il funzionamento e le caratteristiche della strumentazione elettronica di base, sia alla simulazione dei pannelli di controllo dei più noti strumenti elettronici (ad esempio: oscilloscopio, analizzatore di spettro, voltmetro digitale), fino a giungere alla realizzazione di un'opportuna interfaccia che permetta l'utilizzo della strumentazione in remoto. Molto importanti sono state le osservazioni eseguite su due campioni di studenti<sup>26</sup>, nella fase di studio con i moduli ipermediali. Queste osservazioni e le conclusioni che sono

---

<sup>24</sup> Spiro R.J. & Jehng J. (1990). Cognitive Flexibility and Hypertext: Theory and Technology for the Nonlinear and Multidimensional Traversal of Complex Subject Matter. In D. Nix and R. Spiro (eds.). *Cognition, Education, and Multimedia: Exploring Ideas in High Technology*, Hillsdale, N.J.: Erlbaum, pp. 163, 205

<sup>25</sup> Spesso i laboratori di elettronica universitari sono molto affollati e con pochi tecnici specializzati che spiegano l'uso della strumentazione.

<sup>26</sup> I due campioni erano formati da studenti di un corso di diploma in Ingegneria Elettronica e da una classe terza ad indirizzo informatico di un Istituto Tecnico Industriale.

scaturite, ci hanno permesso di correggere l'interfaccia utente e renderla più "amichevole" e facile all'uso. Procedendo in questo modo, il gruppo di ricerca di cui facevo parte, è riuscito a rispondere al quesito iniziale, realizzando un sistema ipermediale per l'introduzione dell'elettronica di base e la simulazione dei loro pannelli di controllo. In seguito, i moduli ipermediali sono stati inseriti come materiale didattico a disposizione degli studenti che partecipano a un progetto italiano di didattica universitaria a distanza denominato NET.T.UN.O.

### 3.2 La terza parte della ricerca

La reti informatiche e in seguito Internet stanno diventando strumenti attraverso i quali impostare un'attività didattica che aiuti lo sviluppo di un apprendimento di tipo cooperativo e collaborativo. Lo scopo della terza parte della mia ricerca, che copre il periodo 1995-1996, è di illustrare in che modo la telematica e Internet siano entrati a far parte della didattica e abbiano aiutato a modificare il mondo della scuola. In questo ambito, i fattori di maggior rilievo sono la crescita dell'interesse per le applicazioni di *teledidattica* e per l'uso della *telematica come strumento didattico, collaborativo e formativo*. L'aspetto che mi ha maggiormente colpito in questo contesto è la possibilità di utilizzare le reti informatiche in modo da sviluppare una didattica di tipo cooperativo. Per questo motivo, ho approfondito i settori della ricerca didattica che fanno riferimento al cognitivismo dove la collaborazione e la cooperazione sono due importanti aspetti (ad esempio il *costruttivismo* di Piaget e il *costruzionismo* di Papert). Nel contesto costruttivistico si ridisegnano le tecnologie educative nei termini di ambienti per l'apprendimento cooperativo o collaborativo, apprendimento che permette di affrontare problemi che richiedono la compresenza di una pluralità di abilità specifiche.

Dopo avere raccolto le informazioni ed analizzato lo stato dell'arte relativo alle ricerche che hanno coinvolto la telematica e Internet, ad esempio la Open University, la Polytechnic University of New York, la Jutland Open University oppure i progetti italiani Kidslink e Laboratorio in Rete che hanno coinvolto la scuola elementare e la scuola media, ho ideato e organizzato una sperimentazione didattica nella quale Internet diviene uno strumento su cui impostare la mia attività didattica di docente di informatica. E' in questo modo che è nata l'idea della sperimentazione "Web Learning Environment" (WLE). Si tratta di un piccolo progetto pilota, sviluppato presso una scuola media superiore italiana, per un corretto utilizzo di Internet nella didattica.

Il quesito che pongo alla base del progetto "WLE" è il seguente:

***"E' possibile integrare Internet in una didattica tradizionale in modo da migliorare la qualità dell'insegnamento?"***

Il progetto non si presenta semplice, in quanto la didattica sulla quale è impostata la scuola media superiore italiana è di tipo tutoriale, poco incline alle metodologie che sviluppino la cooperazione e la collaborazione tra gli studenti. Si tratta quindi di modificare anche la mia impostazione della didattica. Per questo motivo ho articolato la mia sperimentazione in tre distinte fasi, ciascuna delle quali coinvolge un utilizzo particolare uso di Internet nel processo didattico (ad esempio come archivio di informazioni, come strumento di comunicazione, come ambiente nel quale sviluppare un ipertesto interdisciplinare di tipo cooperativo). Particolare attenzione ho riposto nel



controllo della realizzazione dell'ipertesto interdisciplinare in quanto si tratta di far lavorare gli studenti in modo cooperativo.

Come per le altre sperimentazioni didattiche ho stabilito per ogni fase: gli obiettivi tassonomici che gli studenti devono conseguire, le modalità di lavoro sia in classe sia in laboratorio, le verifiche, i test e le prove di laboratorio con cui misurare il conseguimento degli obiettivi e infine le analisi statistiche da operare sui risultati delle verifiche. Tra le attività da me svolte in questo ambiente cooperativo vi sono state le osservazioni e gli interventi tra i diversi gruppi di lavoro, il coinvolgimento e l'incoraggiamento dei diversi gruppi e infine il facilitare nello studente il processo di responsabilizzazione e auto-valutazione. Grazie all'impostazione del lavoro, ho potuto integrare Internet e le sue risorse in una didattica tradizionale; ho lavorato in modo interdisciplinare con i miei colleghi (ad esempio i docenti di lingua italiana e inglese); ho facilitato la creazione un ambiente didattico di tipo cooperativo per lo sviluppo di un ipertesto e ho cercato di favorire la comunicazione telematica a un mio studente portatore di handicap.

L'organizzazione di questa terza sperimentazione, i risultati delle misurazioni e delle osservazioni eseguite sugli studenti coinvolti nel progetto e i commenti positivi dei miei allievi mi hanno fatto comprendere che Internet può diventare, se utilizzata in modo opportuno, un valido strumento sia per una didattica di tipo tradizionale, sia per una didattica basata sul costruzionismo.

### 3.4 La quarta parte della ricerca

Lo spunto per sviluppare la quarta parte della ricerca è scaturito da una delle accuse che **Papert** rivolge al tradizionale sistema educativo nel quale "...*gli studenti consumano, ma non producono conoscenza*". Per questo motivo, lo scopo della mia ricerca, che coinvolge il periodo 1997 – 2001, è di analizzare in che modo nella didattica sia la multimedialità, sia l'apprendimento di tipo cooperativo possano favorire lo sviluppo di un ruolo attivo dello studente nel proprio processo di apprendimento. E' interessante notare che i punti chiave di un impianto didattico basato sull'utilizzo delle tecnologie multimediali a supporto della didattica con forte impronta costruzionista sono:

- il protagonismo dei discenti,
- la collaborazione tra gli allievi,
- una forte interattività verticale (docente-studente),
- una forte interattività orizzontale (studente-studente),
- la modifica del ruolo del docente che da fornitore delle informazioni diviene un "collaboratore" che aiuta lo studente nel proprio apprendimento.

Già nella precedente terza parte della ricerca, ho evidenziato come lo sviluppo ipertestuale di un argomento didattico, possa favorire un ruolo attivo degli studenti coinvolti in questo tipo di "authoring". Il quesito che ora viene spontaneo porsi è il seguente:

***"E' possibile utilizzare l'authoring multimediale nella scuola in modo che lo studente abbia un ruolo attivo nel proprio processo di apprendimento?"***

Per potere rispondere a questo quesito, ho analizzato lo stato dell'arte relativo alle ricerche in questo campo. Ciò mi ha permesso di delimitare la mia analisi a tre diverse teorie che sono:

- Il *costruzionismo* che è stato introdotto da Seymour Papert.
- L'*apprendimento significativo* di David Jonassen.

➤ Il *Computer Supported Cooperative Learning* (CSCL)<sup>27</sup>.

In questo ambito faccio riferimento all'autoring multimediale in un ambiente didattico organizzato come un Computer Supported Cooperative Learning, che permette, se utilizzato in modo opportuno, di impostare la didattica con un approccio di tipo costruzionista. Questa tematica viene affrontata attraverso la descrizione e l'analisi di una mia sperimentazione didattica, presso una scuola media superiore italiana, che ho denominato "Learning by Doing and Creating" (LDC). In questa sperimentazione due classi quinte<sup>28</sup> di un Istituto Tecnico ad Indirizzo informatico di Verbania in due diversi anni scolastici (1997/98 e 1998/99), hanno realizzato un ipermedia sulle Reti Neurali, argomento che gli studenti non conoscevano all'inizio del progetto. Ho cercato di analizzare se, grazie all'autoring multimediale, possa avvenire anche l'apprendimento di un argomento prima sconosciuto. Con l'approccio che ho impostato è stata simulata una mini casa di produzione multimediale in cui gli studenti, a turno, hanno svolto i diversi ruoli lavorativi presenti. Questo ha favorito lo sviluppo di un ambiente didattico nel quale gli allievi hanno ricoperto un ruolo attivo.

Un problema che si è presentato all'inizio della sperimentazione è la non possibilità di formare un campione casuale (ossia la "randomizzazione"), poiché per motivi burocratici e di organizzazione didattica all'interno della scuola, è stato necessario utilizzare come campioni delle classi già formate<sup>29</sup>. Dopo avere affrontato il problema della "non randomizzazione" del campione di studenti, ho analizzato lo stato dell'arte relativo alle ricerche che hanno coinvolto l'autoring multimediale e il costruzionismo. Ho inoltre stabilito le *variabili di sfondo* della mia sperimentazioni (ad esempio le abilità scolastiche, le abilità verbali e la diversità d'età) e le *variabili dipendenti* (ad esempio, le conoscenze relative alle Reti Neurali e le conoscenze degli strumenti coinvolti nell'autoring multimediale).

Ho poi organizzato la ricerca "Learning by Doing and Creating" suddividendola in cinque fasi distinte che corrispondono ai cinque anni scolastici che vanno dal 1997 al 2001. I risultati dei test, delle misurazioni e delle osservazioni compiute sui miei campioni di studenti, mi hanno portato a concludere che **"E' possibile utilizzare l'autoring multimediale nella scuola in modo che lo studente abbia un ruolo attivo nel proprio processo di apprendimento"**, anche se ciò comporta un notevole lavoro da parte del corpo docente coinvolto nel progetto. Questo aspetto negativo, potrebbe in parte frenare l'inserimento di questa metodologia in un percorso didattico tradizionale. E' importante però sottolineare che in questo ambiente didattico, dove si impara facendo, discutendo, argomentando e negoziando significati, si realizza una programmazione didattica emergente e partecipata, un apprendimento per progetti che coinvolge in modo attivo gli studenti.

---

<sup>27</sup> Kumar V. S. (1996). Computer Supported Collaborative Learning: Issues for Research. In *8<sup>th</sup> Annual Graduate Symposium on Computer Science, University of Saskatchewan*. Disponibile all'indirizzo: <http://www.cs.usak.ca/grads/vsk719/academic/890/project2/project2.html>

<sup>28</sup> Una terza classe di studenti è stata coinvolta nel progetto, ma è servita solo come termine di paragone in quanto l'argomento Reti Neurali è stato a loro spiegato utilizzando la metodologia didattica tradizionale.

<sup>29</sup> Un problema analogo è stato incontrato anche nella sperimentazione del progetto Ecolandia descritto da Donatelli Cesareni, nel testo *Iper testi e apprendimento: la sperimentazione su Ecolandia*, Garamond, Roma (1995).

### 3.5 La quinta parte della ricerca

La quinta e ultima parte della mia ricerca, che coinvolge il periodo 1996 – 2002, è orientata all'analisi di come la tecnologia della realtà virtuale (RV) e i nuovi media possano divenire degli strumenti utili nella didattica universitaria della matematica.

La realtà virtuale è una tecnologia recente che ha le sue principali applicazioni in campo militare, medico e di addestramento. Lo stato dell'arte relativo alle ricerche che hanno coinvolto la realtà virtuale nella didattica, fa riferimento ai lavori di Roussos et al. (1998)<sup>30</sup>, Johnson et al. (1998)<sup>31</sup>, Youngblut (1998)<sup>32</sup> e di Antonietti et al. (1998)<sup>33</sup>. In particolare, desidero evidenziare che i tre diversi ambiti in cui si può applicare la realtà virtuale nella didattica sono i seguenti:

- *nei processi di formazione.* In questo caso la RV è utilizzata soprattutto nell'addestramento di personale in situazione estreme.
- *nei processi di insegnamento e di apprendimento.* In questo caso la RV diviene uno strumento importante ed utile quando il livello di astrazione dei concetti è tale da rendere difficile l'uso degli strumenti didattici tradizionali.
- *nei diversi momenti della didattica.* In questo caso la RV diviene invece per il docente uno strumento per l'aggiornamento professionale e per uno studio più approfondito.

La sperimentazione didattica che ho denominato “Pensiero Matematico” ha lo scopo di integrare i nuovi media e la realtà virtuale all'interno di un corso universitario di matematica di una facoltà di Architettura.

I quesiti a cui desidero rispondere, basilari per questa parte della ricerca, sono i seguenti:

1. ***“E’ possibile proporre un corso di matematica specificatamente concepito per architetti?”***
2. ***“E’ possibile integrare la didattica di questo corso con strumenti ipermediali e con la realtà virtuale ?”***

Lo scopo primario della sperimentazione è di realizzare un corso di matematica specifico per architetti i cui contenuti siano fortemente connessi a concezioni filosofiche, artistiche e architettoniche. Il mio ruolo all'interno del progetto è stato

---

<sup>30</sup> Roussos M., Johnson A., Moher T., Leigh J., Vasilakis C. & Barnes C. (1998). Learning and Building Together in an Immersive Virtual World In Presence vol 8, no 3, June, 1999, special issue on Virtual Environments and Learning; edited by William Winn and Michale J Moshell., MIT Press, pp. 247-263.

<sup>31</sup> Johnson A., Roussos M., Leigh J., Barnes C., Vasilakis C., Moher, T (1998). The NICE Project: Learning Together in a Virtual World. *Proceedings of VRAIS '98*, Atlanta, Georgia, March 14-18, pp.176-183.

<sup>32</sup> Youngblut C. (1998). Educational Uses of Virtual Reality Technology, Institute for Defense Analyses, IDA Document D-2128, 1998, January, disponibile all'indirizzo:  
<http://www.hitl.washington.edu/sciww/youngblut-edvr/D2128.pdf>

<sup>33</sup> Antonietti A., Imperio E., Rasi C. & Sacco M. (1998). Acquisition of declarative and procedural knowledge in engineering education through hypermedia and virtual reality: an experimental study on students' learning of the structure and functioning of a turning lathe. In Alvegard C. (ed.), *Computer aided learning and instruction in science and engineering*. 4th international conference, Calisce '98, Goteborg, Germania, pp. 441-444.

prima quello di assistente del corso (nel periodo 1996 – 1999) e poi di docente (periodo 2000 – 2002), nonché di ideatore delle soluzioni ipermediali e delle scelte degli oggetti di realtà virtuale utilizzati nella didattica. La complessità della sperimentazione mi ha imposto di suddividerla in tre fasi distinte.

Nella prima fase ho stabilito, insieme al docente titolare<sup>34</sup>, i contenuti del corso e gli obiettivi didattici. Nella seconda fase ho iniziato a organizzare le lezioni in modo ipermediale, selezionando e scegliendo il materiale a disposizione e calibrandone l'utilizzo all'interno della lezione. Nella terza e ultima fase, ho integrato il materiale ipermediale con oggetti creati in realtà virtuale.

Quest'ultima fase è stata la più lunga, in quanto gli oggetti sono creati uno per uno utilizzando il linguaggio VRML (Virtual Reality Modelling Language). Ho deciso, in accordo con gli studi di Winn (1993)<sup>35</sup>, di inserire degli oggetti di realtà virtuale nella mia lezione dove l'astrazione dei concetti è tale da non potere ricorrere ad altri strumenti didattici<sup>36</sup>. Gli oggetti virtuali che ho creato fanno riferimento alla geometria solida (solidi platonici e poliedri), alla chimica (molecole di carbonio e cristalli), alla geometria frattale (tetraedro di Sierpinski, spugna di Menger, alberi frattali) e all'architettura (cupole geodesiche e superfici minimali).

La risposta al primo quesito (***“E’ possibile proporre un corso di matematica specificatamente concepito per architetti?”***) è stata fornita già con i risultati degli esami del corso, ancora non definitivo, dell'a.a. 1996-1997, dove tutti i contenuti sono stati proposti con una forte connessione con la filosofia, l'arte e l'architettura, che ha reso il corso unico nel suo genere<sup>37</sup>.

La risposta al secondo quesito (***“E’ possibile integrare la didattica di questo corso con strumenti ipermediali e con la realtà virtuale ?”***) è stata invece fornita più tardi, negli anni accademici 2000-2001 e 2001-2002, ed è ancora in fase di studio, anche se il confronto tra i risultati dei test svolti in itinere e degli esami finali hanno evidenziato che gli strumenti ipermediali, se ben utilizzati e calibrati possono aiutare ad aumentare l'impatto cognitivo negli studenti.

In conclusione, l'organizzazione della mia ricerca, in cinque argomenti e cinque diverse esperienze didattiche, mi ha permesso di sperimentare sul “campo” i diversi paradigmi educativi e i diversi modi di “fare” lezione. Attraverso l'esperienza maturata, desidero evidenziare che negli ultimi anni il cognitivismo ha subito significative revisioni, a favore di quello che viene ormai chiamato il *paradigma costruttivistico*. Da questo derivano diversi modi di considerare la progettazione didattica e gli ambienti formativi, non più come spazi chiusi, centrati esclusivamente sul docente e sul libro stampato, ma piuttosto, grazie alle reti informatiche, come più vaste “comunità di apprendimento”. Un secondo aspetto riguarda invece il fatto che in genere vengono sottovalutate le difficoltà concrete e le dinamiche psicologiche che impediscono all'insegnante di utilizzare appieno le nuove tecnologie nella didattica quotidiana. Il rifiuto psicologico del docente verso le nuove tecnologie è banalmente imputato ad una incapacità di adeguarsi ai tempi. Solo chi insegna sa che le perplessità del docente e le sue paure non sono mai al centro dell'attenzione durante

---

<sup>34</sup> Il titolare del corso nei primi tre anni è stato Sergio Albeverio.

<sup>35</sup> Winn W. (1993). *A conceptual basis for educational applications of virtual reality*. (HITL Technical Report No. TR-93- 9). Seattle, WA: Human Interface Technology Laboratory. (Available as online HTML document: <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-93-9> )

<sup>36</sup> Ad esempio è difficile illustrare le simmetrie presenti in una cupola geodetica se utilizzo una immagine di un libro o un disegno, magari impreciso, fatto alla lavagna.

<sup>37</sup> Un corso di matematica umanistica.

una nuova sperimentazione didattica. In realtà è necessario formare negli insegnanti una sensibilità e una cultura tecnologica che li renda capaci di percepire le diverse opportunità che le nuove tecnologie potrebbero apportare alla loro didattica, senza che essi debbano sentirsi vincolati ad adeguare la loro metodologia, frutto di esperienza personale, alle pressioni di una determinata esigenza tecnologica del momento. E' fondamentale che l'insegnante debba percepire le nuove tecnologie come strumenti che gli permettono di semplificare la vita, liberandosi da certi condizionamenti negativi del passato.

In questa ricerca, ho cercato di lavorare operando una mediazione tra l'approfondimento teorico, le possibilità offerte dalle nuove tecnologie e la riflessione sulle mie esperienze passate. Questo si è tradotto in un "metodo operativo" carico di realismo e di un po' di buon senso, senza il quale l'inserimento delle nuove tecnologie nella mia didattica avrebbe perso di significato.

E' da notare che qualche volta ho ricorso all'empirismo e alla mia esperienza di insegnante e ho anche fallito, ma tutto questo mi ha aiutato a trovare una soluzione didattica e lavorativa che mi ha permesso a fornire una risposta ai due quesiti iniziali che stanno alla base di tutta la ricerca.

#### **4. Organizzazione della tesi di dottorato**

Questa tesi di dottorato è organizzata in sei capitoli, i primi cinque fanno riferimento alle cinque diverse sperimentazioni didattiche svolte nei cinque diversi periodi; mentre il sesto capitolo contiene le conclusioni di tutta questa lunga ricerca.

La bibliografia riportata alla fine di ogni capitolo, è costituita in totale da più di 200 titoli che coprono i diversi ambiti affrontati in questo lavoro.

# Capitolo 1

## Periodo di esperienza 1990-1994:

### Il computer entra a far parte della didattica

#### Premessa

Lo scopo di questo capitolo è di presentare in che modo l'informatica e il computer siano entrati a far parte della didattica e ne abbiano modificati sia i contenuti di alcune discipline, sia il modo di "fare lezione". Come verrà evidenziato in questo capitolo, si assiste a una graduale creazione di due poli all'interno del rapporto informatica e didattica: da una parte le applicazioni del computer come strumento didattico, come applicazioni cioè in cui il computer è programmato per interagire con l'allievo, dall'altra il computer, più in generale l'informatica, come oggetto di insegnamento nella formazione scolastica non specialistica (Ferraris, Midoro & Olimpo, 1985). Per potere meglio comprendere questa *rivoluzione silenziosa*<sup>38</sup> si è pensato di organizzare il capitolo nel seguente modo: nel paragrafo 1 viene presentato lo stato di evoluzione dell'informatica nel periodo in esame (1990-1994). Il paragrafo 2 analizza invece lo stato dell'arte relativo alle ricerche che coinvolgono l'informatica e il computer nella didattica (per esempio le ricerche di Crowder, di Skinner, Bitzer, Papert e Jonassen). Il paragrafo 3 è dedicato alla descrizione di un progetto didattico denominato "Work Station per il Docente" che ha coinvolto docenti universitari e insegnanti di scuola media superiore italiani di diverse discipline (lingua italiana, filosofia, matematica, fisica, informatica, elettronica e tecnologia meccanica). E' un progetto pilota che rappresenta un tentativo di creare una stazione di lavoro che aiuti l'insegnante sia nelle attività didattiche sia nelle attività burocratiche (registrazione dei voti, elaborazione statistica dei risultati delle verifiche) e che utilizzi come strumento base il personal computer. In questo modo il l'informatica e il calcolatore diventano strumenti attraverso i quali potere realizzare le proprie lezioni in forma digitale (con i primi rudimentali ipertesti e programmi di "presentation manager"), svolgere le attività burocratiche (ad esempio compilazione del registro di classe o la scrittura di lettere per la comunicazione con le famiglie degli studenti), organizzare le attività di laboratorio nelle materie tecnico – scientifiche. All'interno di questo paragrafo viene descritta la mia esperienza di docente di elettronica coinvolto nel progetto "Work Station per il Docente". Questa mia esperienza rappresenta un tentativo di realizzare, a basso costo, un'attività didattica completa che integri il personal computer e le tecnologie informatiche nelle lezioni tradizionali e nelle attività di laboratorio. Il paragrafo 4 contiene infine le note conclusive del capitolo.

#### 1. Introduzione (L'informatica e la sua evoluzione fino al 1994)

L'introduzione dell'informatica ha modificato la nostra vita. Non esiste infatti settore o disciplina che in qualche modo non sia stata coinvolta da questa rivoluzione. I personal computer in uso nel periodo 1990 - 1994 utilizzano

---

<sup>38</sup> Questo termine è stato coniato da Giovanni Degli Antoni.

componenti di tecnologia microelettronica che si basano su circuiti integrati su film sottile di tecnologia VLSI (Very Large Scale Integration)<sup>39</sup>.

L'architettura utilizzata per la costruzione di questi calcolatori è quella ancora in uso e inventata da **John von Neumann** (illustrata in figura 1). Essa presenta, come "collo di bottiglia", l'accesso sequenziale alla CPU (o unità centrale di elaborazione).

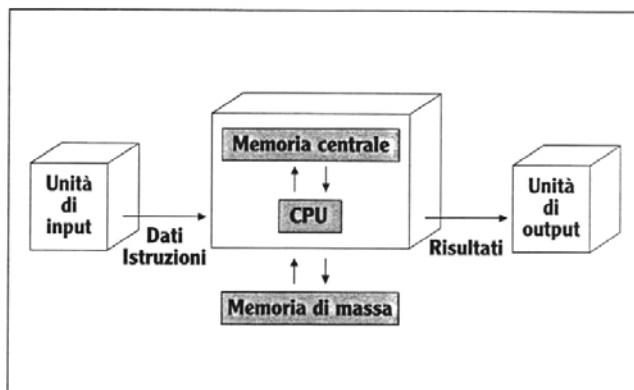


Figura 1. Architettura di von Neumann

Il progressivo abbassamento dei prezzi dei computer, grazie soprattutto all'evoluzione della tecnologia produttiva, ha permesso la loro diffusione capillare, anche nell'ambito della didattica e della formazione. In questo periodo le sperimentazioni didattiche sono state molte, ma la tradizione ancora poco consolidata. La tecnologia e il mercato hanno fornito stimoli continui, senza però lasciare il tempo di capire e di sperimentare (Linn, Songer, 1988; Scardamalia et al., 1988). Numerose ricerche e sperimentazioni sono state finanziate dai Governi di vari Paesi ed inoltre alcune case costruttrici di calcolatori hanno cercato di entrare nel nuovo mercato<sup>40</sup> (Caputo, 1989; Fierli, 1990). Nonostante vi siano state delle sporadiche reazioni di rifiuto all'ingresso della tecnologia informatica nel campo dell'educazione, l'interesse manifestato è stato ampio, fin dall'inizio, in relazione all'emergere di nuove possibilità per migliorare e rinnovare la didattica.

Nei prossimi paragrafi analizzeremo in che modo l'Italia e alcune altre nazioni hanno affrontato il problema dell'introduzione dell'informatica nei vari ordini di scuola e in che modo l'informatica abbia modificato la didattica.

## 2. Stato dell'arte sulle ricerche didattiche che coinvolgono l'informatica e il computer nell'insegnamento

L'origine del rapporto tra l'informatica e la didattica risale alla seconda metà degli anni Cinquanta (Marucci, 1995). E' però negli anni Sessanta che si assiste ad una vasta diffusione di strumenti informatici resi più accessibili sia per i costi più contenuti sia perché l'uso non richiede altissimi livelli di specializzazione.

<sup>39</sup> Per approfondire gli aspetti fondamentali della microelettronica si consulti ad esempio Sala, *Introduzione alla microelettronica* oppure Mead & Conway *Introduction to the VLSI System* (in bibliografia).

<sup>40</sup> Come ad esempio il progetto italiano Reti di Classi che ha come integrazione alla rete locale il software CLASSNET® prodotto dalla Olivetti (AA. VV. , 1988).

Parallelamente è in atto l'evoluzione dei linguaggi di programmazione che si fanno sempre più duttili e, ad un tempo, sofisticati; mentre il mondo della scuola si affaccia su questo nuovo territorio prima timidamente e poi con una serie di azioni combinate e incisive. E' da notare inoltre che la professionalità futura richiede nuove capacità di gestione dell'informazione, flessibilità, approccio sistematico ai problemi, padronanza di metodi e di linguaggi, nuove capacità comunicative. Queste considerazioni portano a due problemi. Il primo è quello di inserire dei nuovi profili professionali nel curriculum scolastico. Il secondo problema è quello invece di fornire ai docenti nuove competenze necessarie per l'utilizzo del computer nell'insegnamento sia per quanto concerne le competenze di base nel settore specifico dell'informatica e soprattutto per fornire una nuova impostazione didattica delle discipline.

Attualmente, le modalità con cui possiamo introdurre l'informatica nella didattica fanno riferimento a quelle indicate da **Norton** (1988), con le quali l'informatica entra nella didattica attraverso:

- *L'insegnamento della programmazione informatica*<sup>41</sup>, con i linguaggi BASIC, FORTRAN, COBOL.
- *L'alfabetizzazione informatica.*
- *Il computer come strumento di lavoro*<sup>42</sup>.
- *Il problem solving*<sup>43</sup>.
- *La didattica integrata*<sup>44</sup>.

E' diventato d'uso comune, soprattutto nel mondo anglosassone, utilizzare l'acronimo **CBE** (Computer Based Education) per indicare il complesso delle attività che si possono svolgere nella scuola con l'aiuto del calcolatore. Esistono altri acronimi con i quali possiamo indicare l'educazione scolastica legata all'uso del computer, abbiamo infatti:

- **CBI** (Computer Based Instruction) che fa riferimento all'istruzione basata sul computer e connessa all'acquisizione della conoscenza.
- **CMI** (Computer Managed Instruction) che fa riferimento all'istruzione gestita dal computer e riferibile al controllo dei processi di apprendimento e alla loro guida.
- **CAI** (Computer Assisted Instruction) che fa riferimento all'istruzione assistita dal computer<sup>45</sup>.

**Michele Pellerrey**<sup>46</sup> classifica in due diversi modelli l'introduzione dell'informatica nella didattica (Pellerrey, 1986). Egli individua un *modello distribuito* e un *modello integrato*. Il modello distribuito prevede la presenza dell'informatica e del computer all'interno delle diverse discipline di studio; mentre il modello integrato prevede invece una iniziazione generale all'informatica.

---

<sup>41</sup> L'insegnamento della programmazione informatica è stato il primo e più diffuso obiettivo nell'introdurre il computer nella didattica.

<sup>42</sup> Modalità che si basa sull'applicazione del computer come estensione dei poteri dell'intelligenza umana. Ciò avviene attraverso le varie applicazioni del computer (ad esempio utilizzo di programmi per la grafica, per la video scrittura).

<sup>43</sup> Agli studenti vengono assegnati dei problemi da risolvere in un ambiente integrato con il computer.

<sup>44</sup> Per didattica integrata s'intende l'inserimento dell'informatica in un curriculum già esistente.

<sup>45</sup> L'acronimo CAI indica anche la "Computer Aided Instruction".

<sup>46</sup> Michele Pellerrey svolge la sua attività di didattica e di ricerca presso l'Università Pontificia Salesiana di Roma.



Pellerey ha fornito uno schema generale, illustrato in figura 2, che permette classificare le applicazioni educative scolastiche dei calcolatori (Pellerey, 1986, p. 374).

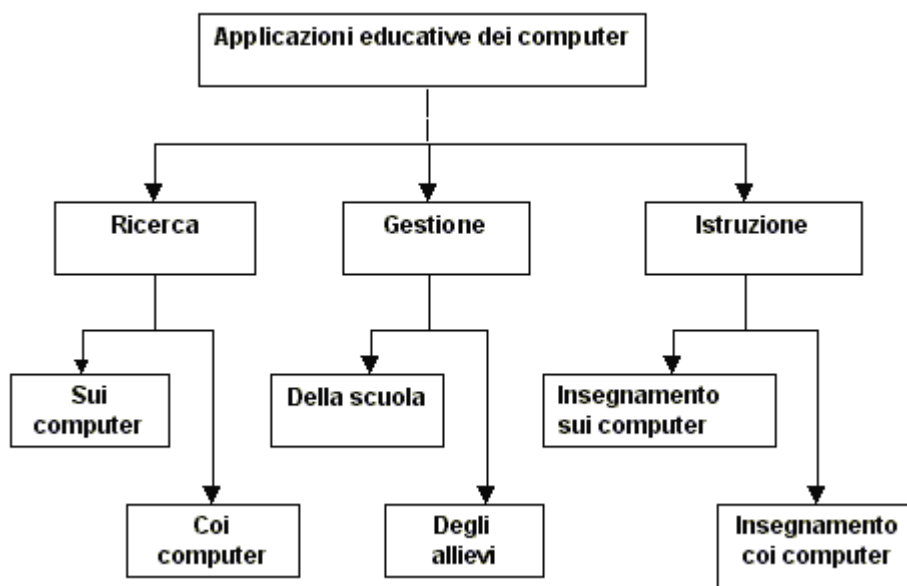


Figura 2. Classificazione delle applicazioni educative del calcolatore.

Nei prossimi due paragrafi analizzeremo in che modo alcune nazioni e l'Italia hanno affrontato l'introduzione dell'informatica nei diversi curriculum scolastici.

## 2.1 Il computer nell'insegnamento all'estero

Gli Stati Uniti sono la nazione che sicuramente ha maggiormente contribuito, negli ultimi decenni, allo sviluppo di una didattica incentrata sull'uso del computer.

Le prime esperienze di Istruzione Programmata risalgono agli anni Venti e fanno riferimento alle macchine per insegnare realizzate da **Sidney Pressey** (1888-1979)<sup>47</sup>. Nei primi anni Quaranta, **Norman Crowder** (1921 – 1998), durante la II guerra mondiale, propose un metodo di analisi del comportamento degli aggiustatori di radar diretto a stabilire una sequenza ordinata di diagnosi e di operazioni. In questo modo vi era la possibilità di far apprendere, per passi successivi, le varie competenze fino a coordinarle in un algoritmo generale di comportamento.

Verso la fine degli anni Quaranta, **F. B. Skinner** (1904 – 1990) educatore e psicologo americano, propose un altro metodo di strutturazione dei percorsi di apprendimento che si basavano sulle sue esperienze di apprendimento tramite rinforzo positivo. Per meglio comprendere questo aspetto, è necessario ricordare

<sup>47</sup> Sidney Pressey, professore di Psicologia dell'Educazione presso Ohio State University, realizzò una macchina che guidava passo a passo gli studenti verso l'acquisizione di opportune competenze. Come lo stesso Pressey afferma, " *the procedure in mastery of drill and informational material were in many instances simple and definite enough to permit handling of much routine teaching by mechanical means.*" (Pressey, 1926, p.374)

che in quegli anni si è diffuso, prima, nell'ambito ristretto della ricerca e poi in quello della formazione, il concetto di *obiettivo didattico* (Pellerey, 1986). L'obiettivo didattico, esprime un'attesa della scuola o di un insegnante nei riguardi di un allievo o di una classe<sup>48</sup>. Negli studi sull'Istruzione Programmata il concetto di obiettivo è interpretato sotto il profilo comportamentale, ossia come un comportamento finale osservabile e misurabile. E' questo l'approccio psicologico di Skinner, ossia un forma di comportamentismo basato sul concetto di condizionamento operante. Ne sono derivati dei programmi di studi articolati in piccoli passi, o unità didattiche elementari, contenenti ciascuna:

- la presentazione di una conoscenza o abilità estremamente ristretta,
- una prova di controllo relativa alla sua acquisizione,
- una informazione di ritorno relativa alla bontà della prestazione (la cui funzione è di consolidare il comportamento positivo manifestato).

Nell'impostazione di Skinner il programma va seguito secondo una rigida sequenza uguale per tutti (per questo motivo viene detto lineare ed è illustrato in figura 3a). Nell'approccio di Crowder è invece possibile seguire percorsi differenziati a seconda della capacità manifestata nelle prove di controllo che sono spesso sotto forma di questionari a scelta multipla (per questo motivo viene detto ramificato ed è illustrato in figura 3b). E' importante notare che sia Skinner sia Crowder fanno uso, non ancora esplicito, di concetti propri dell'algoritmica.

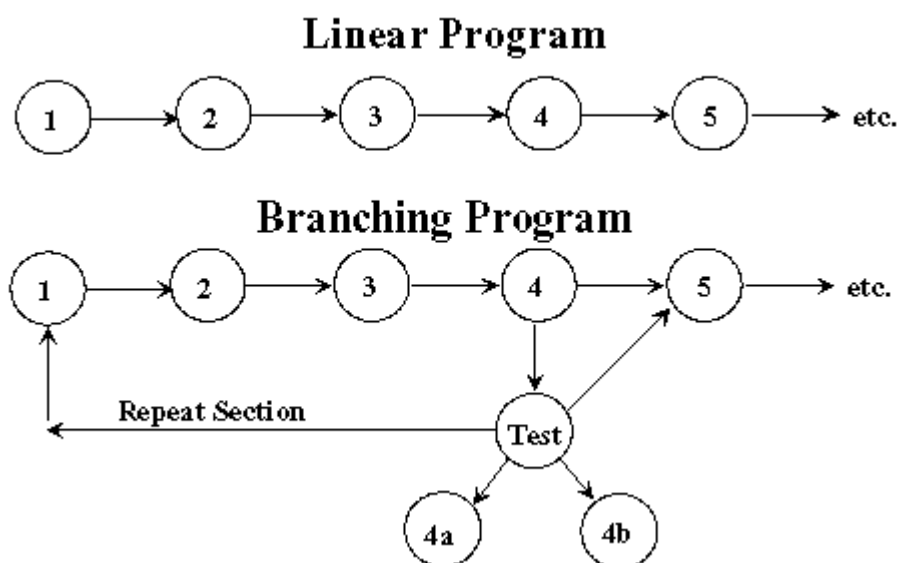


Figura 3. Programma lineare (a) e programma ramificato (b)

I primi tentativi di utilizzo del computer nella didattica seguirono l'impostazione propria dell'Istruzione Programmata.

Uno dei primi tentativi di utilizzo del computer nella didattica si ha nel 1960 presso l'Università dell'Illinois ad opera di **Donald Bitzer**<sup>49</sup> che diede origine a uno dei progetti più significativi: il sistema *PLATO* (Programmed Logic for Automatic

<sup>48</sup> Pellerey afferma al riguardo: "In concreto si tratta della prestazione che quell'allievo, o quella classe, dovrebbe essere in grado di esibire in un certo ambito del sapere o del saper fare, come risultato finale di un processo di insegnamento – apprendimento organizzato dalla scuola o da un insegnante" (Pellerey, 1986, p. 373).

<sup>49</sup> Bitzer insieme a Gene Slottow e a Robert Wilson ha inventato il display al plasma.

Teaching Operations)<sup>50</sup>. La realizzazione del sistema PLATO è possibile grazie a dei terminali interattivi collegati a un computer centrale e all'introduzione dei sistemi operativi "Time Sharing"<sup>51</sup>. Con il sistema PLATO gli studenti vengono guidati, tramite un controllo sistematico delle loro prestazioni, nell'acquisizione progressiva di conoscenze e abilità che inizialmente sono di tipo matematico.

Un'altra ricerca significativa è quella realizzata da **Patrick Suppes** (1888 - 1979) presso l'Università di Stanford, in relazione all'insegnamento dell'aritmetica e della lettura a bambini della scuola elementare. Le lezioni tradizionali sono integrate con lezioni giornaliere basate sull'interazione diretta tra bambini e terminali<sup>52</sup>.

Con la fine degli anni Sessanta viene fondato il Centro di Tecnologia Educativa, diretto da A. Bork, presso l'Università della California a Irvine. In questo periodo si assiste alla modifica del ruolo che l'informatica assume nella didattica. I programmi ispirati alle forme originarie dell'Istruzione Programmata e limitati all'acquisizione progressiva di abilità specifiche, vengono sostituiti da simulazioni di fenomeni scientifici che permettono di seguire lo sviluppo progressivo del fenomeno sul video o sulla stampante (Pellerey, 1986).

Negli anni Settanta **Seymour Papert** diede una svolta significativa all'uso del computer in campo educativo, grazie all'introduzione del linguaggio LOGO<sup>53</sup>, destinato a diventare il linguaggio dell'*informatica cognitiva* (Papert, 1980).

L'informatica cognitiva di Papert fornisce una svolta strategica alle applicazioni del computer nella didattica. Lo slogan "*E' il bambino che programma il computer e non il computer che programma il bambino*" ha permesso quell'"inversione epistemologica" che ha contrapposto una didattica fondata *sull'imparare per usare* ad una didattica fondata *sull'usare per imparare*.

Nella prima c'è una preminenza dell'insegnamento esplicito sull'apprendimento; mentre nella seconda vi è la preminenza dell'apprendimento attivo sull'insegnamento (Papert, 1993; Varisco, 1996). Papert desidera creare un ambiente di interazione con il computer che possa essere affrontato anche dai bambini e che dia loro uno strumento semplice, ma molto potente, per organizzare la riflessione sul proprio pensiero, attraverso la costruzione di un dialogo con il computer. LOGO e i suoi micromondi diventano palestre cognitive per la metodologia didattica del problem solving. I problemi nascono e si definiscono facendo, forgiando oggetti informatici si "inciampa" sui problemi, si risolvono e, attraverso questi processi costruttivi, si impara<sup>54</sup>. In questo modo si costruisce un sapere utile, condiviso, che si adegua allo stile di ciascuno. Un sapere che è incorporato in concreti contesti di utilizzo (Harel & Papert, 1991).

---

<sup>50</sup> In realtà già nel 1958 era stato sviluppato dall'IBM un programma di tipo commerciale per l'insegnamento dell'aritmetica binaria.

<sup>51</sup> Il sistema operativo Time Sharing (o a "Partizione di Tempo") permette ad ogni utente di avere a disposizione la CPU del computer principale per un "quanto" di tempo (o "time slice"). Il Time Sharing è stato possibile grazie a un dispositivo elettromeccanico chiamato multiplexer.

<sup>52</sup> La ricerca di Suppes riuscì a coinvolgere in breve tempo un gran numero di scuole della California.

<sup>53</sup> Il LOGO è un linguaggio di programmazione di grande semplicità, con un feedback immediato. Sul monitor appare una tartaruga che, grazie a comandi intuitivi (avanti, indietro, destra, sinistra, etc.), può muoversi e creare figure geometriche (Gasparetti, 1997). Il linguaggio di programmazione LOGO è stato originariamente elaborato da Bobrow e Feurzeig che, insieme ad altri ricercatori nel campo informatico e pedagogico, hanno sviluppato il primo progetto presso la società di ricerca informatica Bolt Baranek e Newman, di Cambridge (Mass.).

<sup>54</sup> Si apprende ad esempio la geometria con la Tartaruga, o le leggi meccaniche che fanno muovere i robot di LEGO-LOGO.

Con l'informatica cognitiva di Papert si è aperta quella strada che permette un'utilizzazione attiva, costruttiva, sociale degli strumenti e delle tecnologie informatiche; siano essi ambienti di gioco didattico o di simulazione, ambienti di espressione delle proprie idee (editor testuali, editor grafici).

Questi e altri strumenti informatici concorreranno a realizzare, dalla metà degli anni Novanta, quella versione costruttiva di *apprendimento significativo* che avrà massimo esponente **David Jonassen** (Jonassen, 1994; 1995). L'apprendimento significativo di Jonassen verrà approfondito nel capitolo 5.

## 2.2 Il computer nell'insegnamento in Italia

La prima risposta della scuola italiana alle esigenze di sapere informatico è nella creazione di maxi sperimentazioni dell'istruzione tecnica che, negli anni Settanta, formeranno tecnici informatici ed elettronici in grado di operare sia a livello di software che a livello di hardware<sup>55</sup>. Negli anni Ottanta ci si rende conto della *pervasività* dell'informatica nel lavoro e nella vita quotidiana; questo impone che la scuola italiana operi degli interventi sistematici, ridefinendo i profili professionali dei tecnici per renderli più preparati ad affrontare il mondo del lavoro. Su questa scia si muovono il Piano Nazionale per l'Informatica (PNI) e i progetti pilota di ricerca didattica<sup>56</sup>.

Il primo Piano Nazionale per l'informatica, proposto dal Ministero della Pubblica Istruzione (MPI) nell'anno 1985<sup>57</sup>, è il primo tentativo di una modifica dei programmi di insegnamento. Esso prevede l'introduzione dell'informatica nelle discipline matematiche e fisiche nel biennio della scuola media superiore<sup>58</sup>. Lo studio dell'Informatica non è scisso dalla Matematica e dalla Fisica<sup>59</sup>, ma è un aspetto strumentale ed applicativo delle due discipline, che le rende, pertanto, ancora più rispondenti alle esigenze di una società moderna<sup>60</sup>. È evidente che ciò comporta un aumento del numero delle ore di lezione per Matematica e l'introduzione dello studio della Fisica sin dal primo anno delle scuole medie superiori. Per facilitare la realizzazione del PNI si è provveduto per alcuni anni all'aggiornamento a tappeto dei docenti di Matematica e di Fisica che dovevano poi sperimentare in classe ciò che avevano acquisito<sup>61</sup>. Il PNI prevede due tipi di programma, uno più impegnativo,

---

<sup>55</sup> Si tratta dell'istituzione di nuove specializzazioni in informatica e in elettronica negli istituti tecnici industriali.

<sup>56</sup> Entrambi hanno come obiettivo prioritario il conseguimento di una dimensione professionale che guarda all'Europa del 1992, all'apertura delle frontiere e alla libera circolazione di manodopera.

<sup>57</sup> Studi e Documenti Annali della Pubblica Istruzione n. 32 / 1985.

<sup>58</sup> L'introduzione dell'informatica come materia trasversale nei bienni delle scuole superiori diviene definitiva con il Decreto Ministeriale del 9 marzo 1994.

<sup>59</sup> L'insegnamento delle basi teoriche dell'Informatica viene inserito all'interno dei programmi di Matematica e/o Fisica; mentre per le applicazioni devono essere progressivamente coinvolte le discipline tipiche di ciascun indirizzo oltre alle discipline di formazione generale.

<sup>60</sup> Si ritiene più infatti produttivo creare un diffuso clima culturale volto a percepire informaticamente problematiche vecchie e nuove (Catarsi, 1996).

<sup>61</sup> Il territorio italiano viene suddiviso in quattro aree geografiche ciascuna delle quali fa capo a un centro universitario (CILEA, CINECA, CEDUIC, CSATA) che ha un ruolo organizzativo e di coordinamento. In ogni provincia vengono scelte alcune scuole che diventano **poli della formazione**. Presso ogni polo lavorano 3 / 4 formatori selezionati dal Ministero tra i docenti di Informatica. Il ciclo di formazione si svolge intensamente dal 1985 fino al 1992, anno in cui si interrompe per ragioni economiche.

rivolto soprattutto agli Istituti tecnici ed al Liceo Scientifico ed uno più semplice rivolto agli altri Istituti dell'ordine classico<sup>62</sup>.

L'introduzione di elementi di informatica nell'insegnamento della Matematica vuole avviare l'allievo alla costruzione di modelli formali di situazioni problematiche che ne consentano una soluzione reale o potenziale con mezzi automatici. Per questo è determinante abituarlo, a partire dal concetto di informazione, a individuare dati e relazioni tra di essi e a descrivere, in modo via via più formale, i processi di elaborazione che consentono di pervenire alla soluzione. La rappresentazione degli algoritmi avviene in modo grafico o attraverso l'utilizzo di un "linguaggio di progetto". Durante l'attività lo studente è condotto a riconoscere ed utilizzare consapevolmente i tipi di dati e le loro più elementari strutture, nonché le regole di costruzione degli algoritmi (sequenza, selezione, iterazione). In tale attività si evidenziano continuamente le analogie e le differenze tra gli "oggetti" matematici e le loro rappresentazioni informatiche. La riflessione sulla formalizzazione di un processo permette l'acquisizione dei concetti di automa e di linguaggio formale. Il concetto di automa consente inoltre allo studente di riconoscere l'aspetto logico-funzionale di alcune realtà (i linguaggi, l'elaboratore, altri sistemi automatici).

I contenuti proposti trovano il loro naturale sviluppo nell'integrazione con l'attività di laboratorio che costituisce un momento di riflessione teorica. Essa comprende:

- l'analisi di problemi e loro soluzione informatica sia attraverso la costruzione di un programma e il controllo della sua esecuzione, sia con l'utilizzo di programmi già disponibili e di software di utilità. In quest'ultimo caso, l'utilizzo di tali "ambienti" sarà finalizzato ad abituare l'allievo ad operare consapevolmente all'interno di diversi sistemi, dotati di loro regole formali e limiti operativi;
- l'esplorazione e la verifica di proprietà matematiche, rappresentazioni grafiche e calcoli, come momenti costitutivi del processo di apprendimento della matematica e delle sue successive sistematizzazioni.

L'introduzione di elementi di Informatica nell'insegnamento della Fisica aiuta invece:

- a comprendere le conseguenze di determinate ipotesi;
- ad analizzare le implicazioni di un modello;
- a simulare un modello (effettuando poi i confronti tra il modello stesso e i dati sperimentali).

In Italia, oltre al Piano Nazionale per l'Informatica, sono attivi dei progetti di ricerca promossi dalle Università<sup>63</sup> e dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR).

Il progetto "Work Station per il docente", a cui ho partecipato e che verrà descritto dettagliatamente nel prossimo paragrafo, è un esempio di progetto di ricerca promosso da un'università in collaborazione con docenti di scuola media superiore.

### **3. Il progetto didattico: "Work Station per il docente"**

---

<sup>62</sup> In questo ambito si tratta di applicare il computer nell'educazione linguistica. La scoperta del potenziale formativo della videoscrittura rappresenta un grande passo verso l'integrazione delle nuove tecnologie nelle materie umanistiche (Ott et al., 1988; Casadei et al., 1989; Maragliano & Vitali, 1989; Gallino, 1991; Calvani & Rosso, 1994). Grazie alla videoscrittura si hanno finalmente le prime forme di reale coinvolgimento degli educatori umanisti nelle nuove tecnologie. Come fanno notare Calvani e Rosso (1994, p. 99): "...si riallacciano legami con un tessuto di esperienze già familiari a frange di educatori sensibili ed attenti al valore concreto e comunicativo dell'atto di scrivere".

<sup>63</sup> In particolare dagli atenei di Bologna, Genova, Milano, Pavia, Pisa e Torino.

Il progetto "Work Station per il docente" è un progetto pilota di ricerca per una corretta introduzione del computer nella didattica della scuola media superiore italiana. Uno degli scopi del progetto è l'individuazione degli strumenti sia software sia hardware che possano condurre a una stazione di lavoro per l'insegnante che sia realizzata su personal computer. Si tratta di una ricerca che coinvolge diverse discipline della scuola media superiore italiana (Filosofia, Letteratura, Fisica, Matematica, Informatica, Elettronica, Tecnologia Meccanica)<sup>64</sup>. Il gruppo di lavoro è costituito dai seguenti insegnanti<sup>65</sup>:

- Fernando Codonesu (Istituto Tecnico Industriale "Feltrinelli" di Milano) per l'Informatica e i Sistemi per l'automazione;
- Ferdinanda Cremascoli (Liceo "Zucchi" di Vimercate) per la Lingua italiana e la Letteratura;
- Maurizio Marinozzi (Istituto Tecnico Industriale di Ancona) per la Fisica e la valutazione;
- Gabriella Parachini (Istituto Tecnico Industriale "Cobianchi" di Verbania) per la Matematica;
- Massimo Sala (Istituto Tecnico Industriale "Cobianchi" di Verbania) per la Tecnologia Meccanica;
- Nicoletta Sala (Istituto Tecnico Industriale "Cobianchi" di Verbania) per l'Elettronica;
- Susanna Verratti Creperio (Liceo Classico "Parini" di Milano) per la Filosofia.

Il gruppo è diretto da Giovanni Degli Antoni (Dipartimento di Scienze dell'Informazione, Università degli Studi di Milano) che da anni si occupa della diffusione dell'informatica in Italia<sup>66</sup>.

Il progetto si avvale inoltre della collaborazione della società Olivetti S.p.a che ha fornito 3 personal computer XP1 (con processore 80386, dotati di 4 Mb di memoria RAM e HD di 20 Mb) e di alcuni programmi software dedicati<sup>67</sup>.

### 3.1 Caratteristiche del progetto

Lo scopo primario della ricerca "Work Station per il Docente" è quello di raccogliere proposte, di effettuare esperienze, di sviluppare prototipi e di effettuare valutazioni sulle tecnologie a supporto delle attività del docente nelle sue interazioni con gli studenti. Essendo la didattica un'attività di comunicazione, molto può essere

---

<sup>64</sup> E' importante l'eterogeneità dei componenti del gruppo di ricerca, in quanto le richieste inerenti gli strumenti informatici nell'insegnamento variano infatti da materia a materia. Ad esempio le materie umanistiche vedono il computer come un supporto alla lettura e alla scrittura critica; mentre le materie tecnico - scientifiche (ad esempio l'informatica o l'elettronica) considerano il computer come un vero e proprio strumento di lavoro (per realizzare programmi in uno specifico linguaggio o implementare schede elettroniche per il controllo automatico, e così via).

<sup>65</sup> Il gruppo è costituito da un numero esiguo di docenti, ma sarà importante il modello didattico che scaturirà dalla ricerca. Questo modello, calibrato in modo opportuno, potrà essere adeguato a tutte le discipline di insegnamento.

<sup>66</sup> Giovanni Degli Antoni è uno dei fondatori dell'Istituto di Cibernetica di Milano, è uno dei creatori del corso di laurea in Scienze dell'Informazione e del dottorato in Informatica in Italia.

<sup>67</sup> Tra i programmi selezionati ricordiamo: Generatore di Lezioni® della McGraw-Hill; Mathematica®;

Pspice® e dei Programmi didattici sviluppati da Olivetti.

effettuato e supportato dalle tecnologie dell'informazione. L'abbondanza di proposte tuttavia confonde e rende difficili le scelte e la valutazione.

La ricerca intende quindi procedere, seppure in modo graduale, verso l'integrazione delle tecnologie dell'informazione al fine di dare al docente adeguati supporti che gli consentano di migliorare i rapporti diretti con gli studenti. **Non dunque solo automazione dell'insegnamento, ma miglioramento nella comunicazione diretta tra docenti e studenti e fra docenti e famiglie.**

Il progetto copre il periodo dal 1990 – 1994 ed è organizzato in tre fasi distinte, schematizzate nella prossima figura 4.

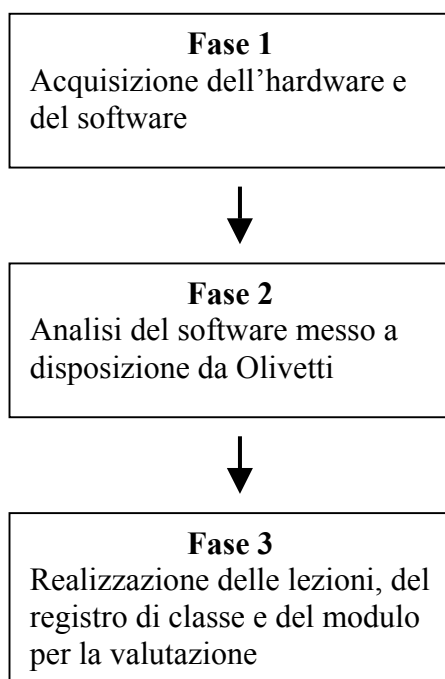


Figura 4. Le tre fasi del progetto "Work Station per il Docente"

### 3.2 Il mio contributo all'interno del progetto "Work Station per il docente"

Il mio contributo all'interno del progetto "Work Station per il docente" è quello di insegnante di elettronica presso la specializzazione di informatica, progetto sperimentale ABACUS, dell'Istituto tecnico Industriale Statale "L. Cobianchi" di Verbania Intra. Le classi coinvolte nel periodo 1990-1994 sono la terza, la quarta e la quinta sez. C Informatica. Il corso di Elettronica inserito nel progetto sperimentale Abacus presenta la seguente collocazione curricolare:

Classe	Ore di teoria	Ore di laboratorio	Ore totali
Terza	2	3	5
Quarta	2	3	5
Quinta	3	3	6

Il programma ministeriale impone di svolgere i seguenti argomenti:

- Per la classe terza: nozioni di elettrotecnica generale, introduzione agli elementi lineari e non lineari (diodi e transistor), la logica digitale e il microprocessore;
- Per la classe quarta: il transistor come amplificatore, circuiti di amplificazione, l'amplificatore operazionale;

- Per la classe quinta: la conversione digitale analogica e analogica digitale, il sistema di acquisizione dati, le tecniche di modulazione.

I prerequisiti che deve possedere un insegnante di elettronica per potere svolgere questo progetto sono:

- Ottima conoscenza di informatica di base (ad esempio il sistema operativo MS-DOS; programmi di video scrittura, fogli elettronici),
- Discreta conoscenza degli strumenti informatici coinvolti nel progetto (linguaggi di programmazione, ambienti integrati, ambienti di simulazione)<sup>68</sup>.

Questi prerequisiti impongono quindi che il docente conosca l'informatica e gli strumenti sia software sia hardware coinvolti<sup>69</sup>.

Il quesito a cui desidero trovare una risposta in questa sperimentazione è il seguente:

***“Con gli strumenti attuali <sup>70</sup> è possibile creare, con il personal computer, una completa stazione di lavoro per il docente di elettronica?”***

Per rispondere a questa domanda è necessario evidenziare tutte le attività di un insegnante di elettronica. Esse sono indicate nello schema di figura 5.

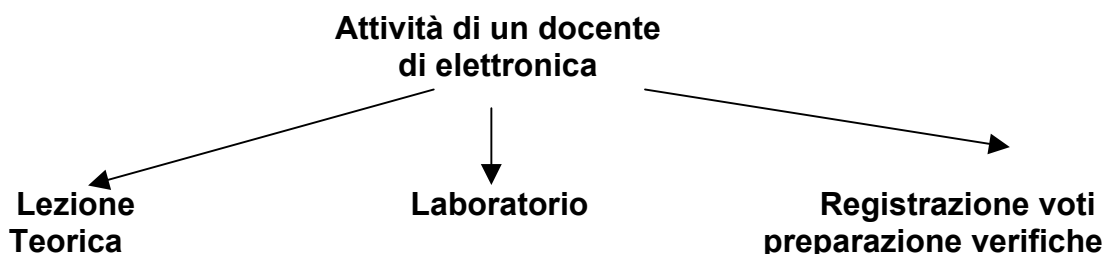


Figura 5. Classificazione delle attività di un docente di elettronica

Gli obiettivi da raggiungere si possono così sintetizzare:

- Utilizzare il personal computer come supporto alla spiegazione teorica sia in aiuto sia come alternativa agli strumenti didattici tradizionali (lavagna e lavagna luminosa);
- Realizzare con il personal computer una completa stazione di lavoro per le attività di laboratorio (ad esempio in fase di simulazione dei circuiti elettronici realizzati nella pratica);

<sup>68</sup> Come si nota i prerequisiti richiesti fanno sì che il docente debba avere un'ottima conoscenza degli strumenti informatici. Ciò ha in parte spaventato e frenato i docenti italiani all'utilizzo del computer nelle proprie attività didattiche. Il primo Piano Nazionale dell'Informatica (PNI) non ha raggiunto i suoi obiettivi soprattutto per l'ostruzionismo esercitato da molti docenti che vedevano nel computer un possibile nemico che potesse sostituirli (ndr.).

<sup>69</sup> E' importante ricordare che in questo periodo l'interfaccia grafica di Windows è ancora rozza e disorganizzata; si tratta infatti di Windows® versioni 3.0 e 3.1. Nell'ambiente scolastico italiano si utilizzano computer IBM e compatibili (come su indicazione del Ministero della Pubblica Istruzione) e il sistema operativo MS-DOS. Ogni programma ha un proprio ambiente e una propria interfaccia (non sempre "amichevole") e perciò si richiede che il docente abbia delle specifiche conoscenze informatiche. Tutto cambierà quando diventerà più semplice utilizzare i personal computer (come vedremo nei prossimi capitoli).

<sup>70</sup> Quelli offerti dalla tecnologia nel periodo 1990 – 1994.



- Integrare il computer in tutte le attività extra spiegazione, svolte dell'insegnante (ad esempio nella creazione di test, nel progetto di un registro di classe elettronico, nell'elaborazione statistica dei risultati, nelle comunicazioni con le famiglie).

E' da notare che la struttura tradizionale delle attività di insegnamento dell'elettronica può essere schematizzata in figura 6.

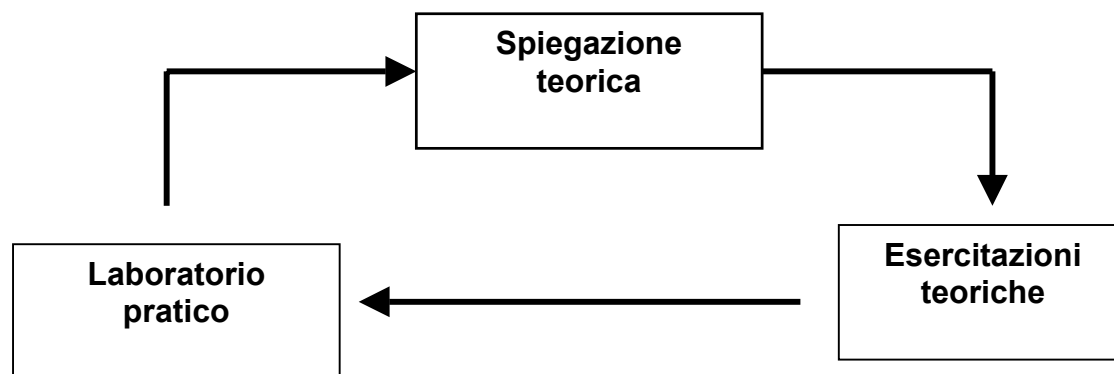


Figura 7 Ambiente tradizionale per l'insegnamento dell'elettronica

L'inserimento del computer nell'insegnamento dell'elettronica porta ad una modifica dell'ambiente tradizionale, come illustrato nella figura 8.

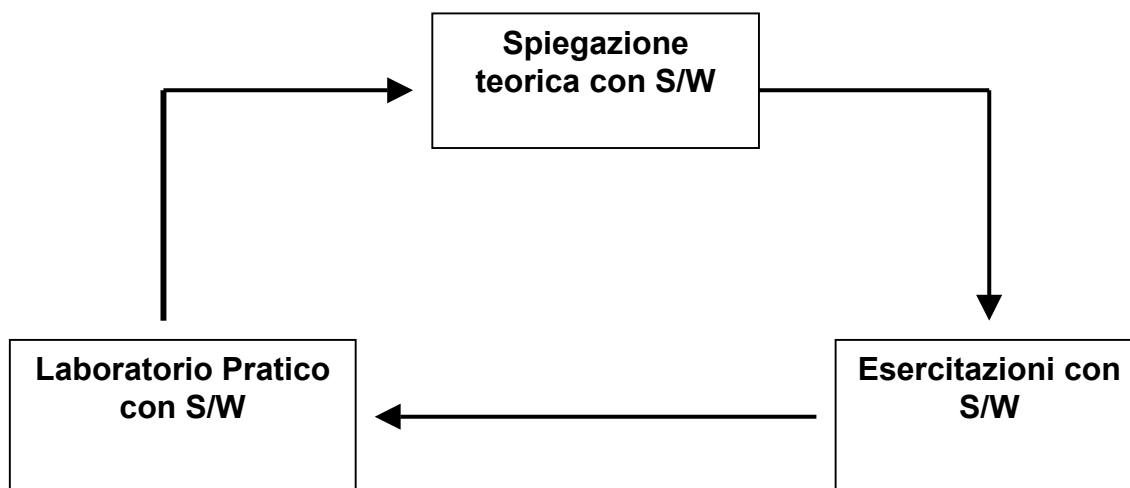


Figura 8. Ambiente per l'insegnamento dell'elettronica con l'ausilio dell'elaboratore.

I prossimi quattro paragrafi saranno dedicati all'integrazione del computer e degli strumenti informatici nel mio ambiente per l'insegnamento dell'elettronica.

### 3.2.1 Il computer nelle attività di spiegazione teorica

La trattazione teorica degli argomenti relativi all'elettronica si basa su due metodologie didattiche:

- Il *metodo tutoriale* che consiste nella lezione frontale in cui si trattano, in modo approfondito, gli specifici argomenti. Gli esercizi rappresentano una palestra per verificare la conoscenza, la comprensione, l'applicazione e la sintesi degli argomenti affrontati<sup>71</sup>.
- Il *problem solving*, svolto principalmente in laboratorio, che mette gli studenti di fronte a situazioni aperte che richiedono l'uso di un ragionamento euristico.

Ho privilegiato il metodo tutoriale in quanto più congeniale all'impostazione didattica dei miei corsi<sup>72</sup>. Il metodo tutoriale è stato integrato da esercitazioni. In questo caso, utilizzare il computer come sostegno di spiegazione ad una lezione tutoriale, significa usare il monitor come una lavagna luminosa.

L'analogia è semplice: come sulla lavagna luminosa si susseguono i trasparenti, allo stesso modo sul monitor del computer si susseguono le diverse videate che conterranno frasi scritte, grafici, animazioni e schemi circuitali<sup>73</sup>. Tutto ciò non implica necessariamente di avere un'aula con elaboratori collegati in rete, è sufficiente un personal computer<sup>74</sup>.

Nell'inserimento del computer nelle attività di spiegazione tutoriale ho prima di tutto selezionato quali argomenti e quali conoscenze trasmettere utilizzando questo mezzo. In seguito ho ricercato delle lezioni in forma digitale sviluppate da ditte specializzate e ne sono state create di nuove.

Ad esempio, ho integrato le mie attività di spiegazione i seguenti software didattici<sup>75</sup>:

- Micro®, nella classe terza. Si tratta di un programma che simula la programmazione di un microprocessore<sup>76</sup>.
- Logics®, nella classe terza. E' un modulo che analizza i dispositivi logico-circuitali<sup>77</sup>.
- Logiclab®, nella classe quarta. E' un programma che simula una serie di circuiti integrati di tecnologia digitale<sup>78</sup>.
- Circuiti®, nella classe quarta. E' un modulo che permette di analizzare il comportamento di due reti elettriche<sup>79</sup>.

---

<sup>71</sup> Si fa riferimento alla tassonomia di Bloom (Bloom, 1956).

<sup>72</sup> Il metodo tutoriale è il metodo didattico più diffuso in Italia (ndr).

<sup>73</sup> Il computer diventa una sorta di "sfoglia pagina" elettronico.

<sup>74</sup> Il computer ha la seguente configurazione: processo 80286 o successivi, 2 Mbyte di memoria RAM, coprocessore matematico, scheda grafica EGA o VGA, sistema operativo MS-DOS 3.3 o successivi, video a colori da 19 pollici, hard disk da almeno 40 Mbyte, data-show (facoltativo).

La dimensione del monitor è importante in quanto rappresenta, in assenza del data show, la periferica che permette la visione agli studenti, quindi un monitor di medie o grandi dimensioni è preferibile.

<sup>75</sup> Prodotti dalla Casa Editrice Sei di Torino.

<sup>76</sup> Micro® si divide concettualmente in due sezioni; la prima simula un microprocessore virtuale con caratteristiche tali da poter essere paragonato ai più comuni microprocessori a 8 bit più diffusi. La seconda parte simula un microcalcolatore basato sul microprocessore virtuale.

<sup>77</sup> Logics® è articolato in tre fasi distinte. Nella prima, teorico espositiva, vengono presentati gli argomenti teorici. Nella seconda fase vengono proposti degli esercizi e l'allievo è guidato nella soluzione. Nella terza e ultima fase, lo studente ha a disposizione un laboratorio che simula il comportamento di una serie di chip reali. Si fa riferimento alla famiglia 7400 della tecnologia TTL (Transistor Transistor Logic).

<sup>78</sup> Logiclab® permette di analizzare la funzione applicata ad ogni singolo pin del circuito elettronico ed effettuare la stampa del circuito.

<sup>79</sup> La prima rete elettrica studia la carica e la scarica di un condensatore, visualizzando graficamente i fenomeni. La seconda rete affronta il comportamento di un circuito di tipo induttivo (con extra correnti di chiusura e apertura).

- Elab®, nella classe quinta. Si tratta di un modulo che illustra la struttura e il funzionamento dell'elaboratore<sup>80</sup>. La figura 9 ne illustra una videata.
- Logicnet®, nella classe quinta. E' un programma che consente di studiare e analizzare il funzionamento di un chip<sup>81</sup>.

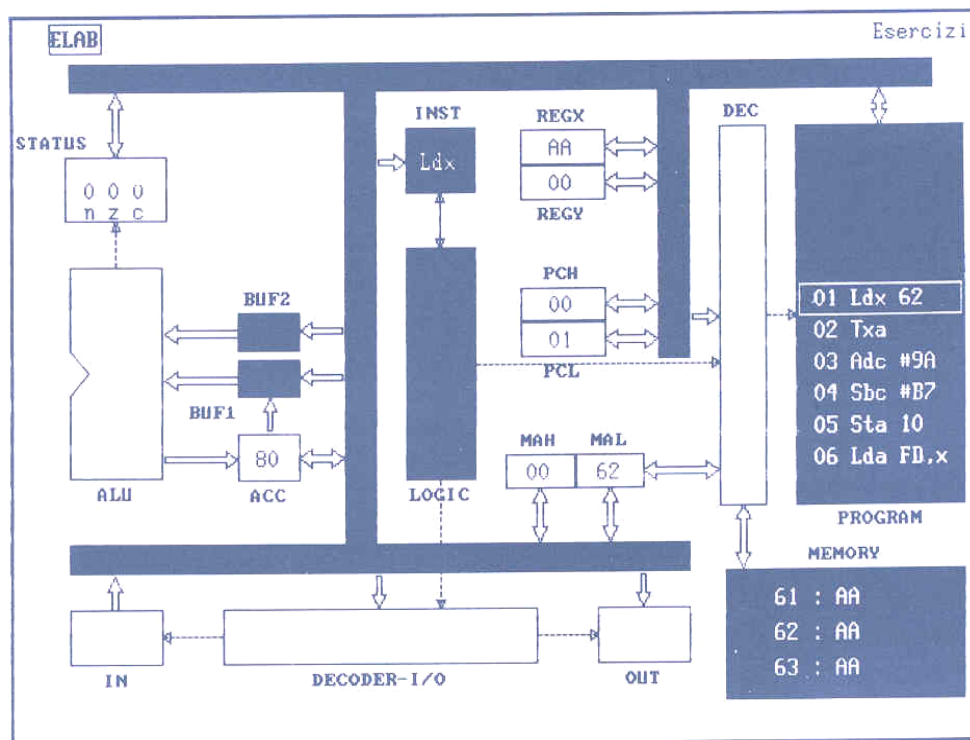


Figura 9. Videata di Elab®

I programmi in commercio non mi hanno soddisfatto in quanto sia l'interfaccia grafica sia l'organizzazione delle lezioni non permettevano una facile fruibilità; inoltre le dimensioni scelte per i caratteri non consentivano una buona lettura sullo schermo da 19 pollici. Per questo motivo ho elaborato personalmente quarantacinque lezioni che coprono gran parte dei contenuti di un corso di elettronica inserito in un indirizzo di studi informatico. Ogni lezione digitale si articola in un'ora di spiegazione; si deve però tenere presente che, per la curva dell'attenzione, le fasi più importanti della spiegazione devono essere concentrate nella prima mezz'ora di lezione. Le lezioni digitali sono state create partendo dalla mappa concettuale dell'argomento, in seguito sono state selezionate, digitalizzate e fototocate le immagini inerenti gli schemi circuitali, le funzioni di trasferimento, i modelli equivalenti dei transistor.

<sup>80</sup> Elab® è articolato in due parti. Nella prima viene fornita la trattazione teorica della struttura e del funzionamento dell'elaboratore a partire dallo schema dell'architettura di von Neumann. Nella seconda parte viene simulato il comportamento dell'elaboratore nell'esecuzione di semplici programmi.

<sup>81</sup> Logicnet®, permette inoltre di generare una serie di codici standard o definiti dall'utente, in modo da poter pilotare i diversi circuiti logici realizzati.

Come ultimo passo, tutte le informazioni sono state raccolte in singole videate che poi sono state collegate in lezioni.

Lo strumento con cui sono state sviluppate queste lezioni è StoryBoard®. Il suo utilizzo è molto semplice e intuitivo, si creano infatti le singole pagine video e poi si legano tra loro usando un altro modulo chiamato StoryTeller®.

In questo modo ho potuto:

- creare un'interfaccia semplice da usare,
- scegliere la dimensione dei caratteri in modo da rendere facile la lettura,
- curare particolarmente le figure e i grafici;
- realizzare semplici animazioni utilizzando gli effetti di dissolvenza e sovrapposizione delle immagini.

Le quarantacinque lezioni sono raccolte nelle seguenti cinque unità didattiche:

- Fondamenti di elettronica di base (cinque lezioni, dal resistore alle leggi di Ohm e di Kirchhoff);
- Elettronica digitale (tredici lezioni, dagli automi di Mealy e di Moore, ai contatori e alle memorie);
- Amplificatore per piccoli segnali in centro banda (dodici lezioni, dai parametri ibridi dei transistor JFET e BJT fino all'amplificatore differenziale);
- Amplificatore operazionale (sette lezioni, dall'amplificatore operazionale ideale fino all'integratore di Miller);
- Conversione A/D – D/A (otto lezioni, dallo schema a blocchi di un sistema di acquisizione dati, alla trattazione dei più noti convertitori A/D e D/A).

La figura 10 illustra una videata della lezione inerente la conversione digitale-analogica. Si noti l'interfaccia utente molto semplice e di facile apprendimento.

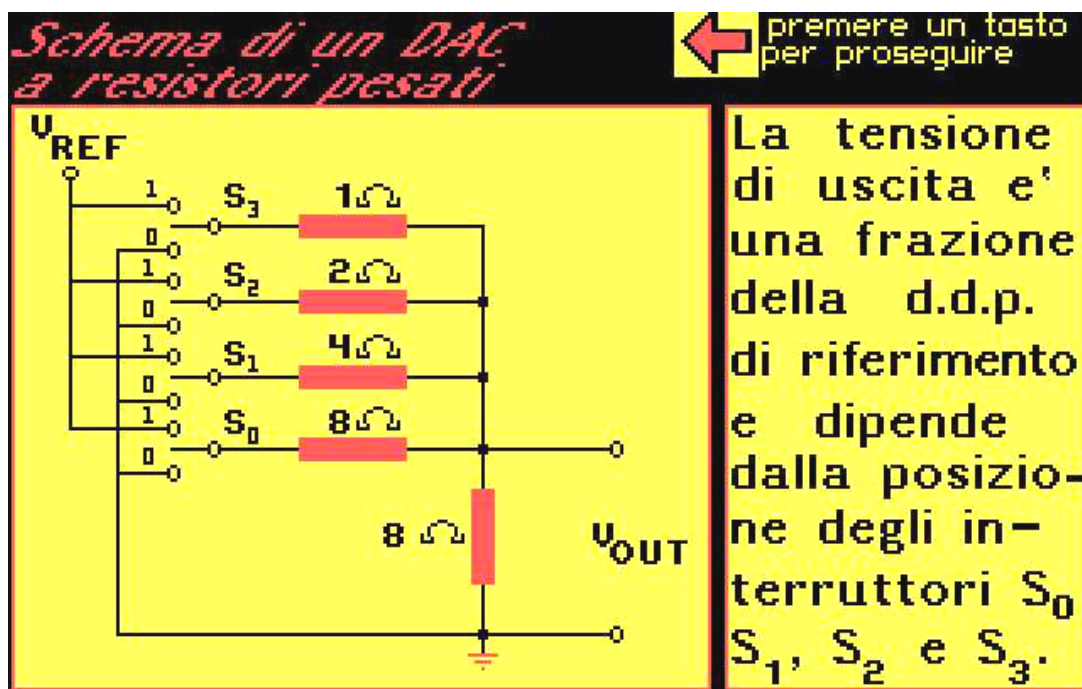


Figura 10. Una videata della lezione dedicata ai convertitori D/A.

Al termine di ogni lezione sono proposti dei test a scelte multiple, degli esercizi di completamento di schemi circuitali, il progetto di semplici reti elettriche, in questo modo ho potuto misurare il livello medio di conoscenza e di comprensione conseguito dalla classe o dal gruppo di studenti a cui viene proposta la lezione.

### 3.2.2 Il computer nelle esercitazioni di elettronica

Le attività di esercitazione si svolgono in genere in classe, dove il docente illustra gli esercizi che devono essere svolti dagli allievi. Nel progetto "Work Station per il Docente" ho sperimentato l'utilizzo di un software per l'apprendimento tramite esercizi. Lo strumento usato è Problem Solving Microlab®<sup>82</sup> che permette di introdurre le nozioni di base dell'elettronica tramite il problem solving (Codonesu & Sala, 1990).

Lo scopo di questo programma è di migliorare negli studenti la capacità:

- Comprendere i concetti e i principi fondamentali dell'elettronica;
- Analizzare circuiti semplici e complessi;
- Interpretare le letture degli strumenti di misura simulati sullo schermo;
- Identificare le formule risolutive e i parametri che consentono la soluzione di un problema;
- Utilizzare bei calcoli numeri con notazione scientifica;
- Usare correttamente le relazioni matematiche per calcolare le quantità elettriche incognite.

Problem Solving Microlab® è costituito da un modulo di intelligenza artificiale suddiviso in due parti: una dedicata all'insegnante e una dedicata allo studente. La parte dedicata all'insegnante non è accessibile allo studente in quanto protetta da un codice di identificazione. Solo dopo la sua introduzione si accede al menu principale, illustrato in figura 11, le cui opzioni sono:

- *Student List* che visualizza la lista degli studenti;
- *Prepare Session* che seleziona i problemi da proporre agli studenti;
- *Calibration* che stabilisce l'importanza delle varie fasi della soluzione del problema;
- *Taxonomy* che elenca i problemi disponibili e gli obiettivi di ognuno di essi;
- *Evaluation* che permette di valutare i risultati dell'unità didattica;
- *Quit* per uscire dal programma e tornare all'ambiente MS-DOS.

Gli esercizi vengono selezionati nel software per lo studente che è costituito da 18 moduli che sono suddivisi in cinque argomenti (Circuiti in corrente continua; Circuiti in corrente alternata; Semiconduttori (diodi, transistor, etc.); Circuiti integrati o lineari; Elettronica digitale), ciascun modulo comprende 12 esercizi.

Abbiamo impostato le nostre attività in modo da utilizzare Problem Solving Microlab come eserciziario<sup>83</sup>, sottoponendo ciascuno studente a una serie di problemi relativi

---

<sup>82</sup> Problem Solving Microlab è distribuito in Italia dalla INVET di Torino.

<sup>83</sup> In supporto al metodo tutoriale

all'unità didattica svolta<sup>84</sup>. Con le soluzioni trovate il programma ha generato una tabella singola (illustrata in figura 12) e una collettiva in cui sono state riportate le tipologie degli errori e la frequenza. In questo modo abbiamo potuto riprendere la spiegazione di quegli argomenti in cui la frequenza di errore è più elevata.

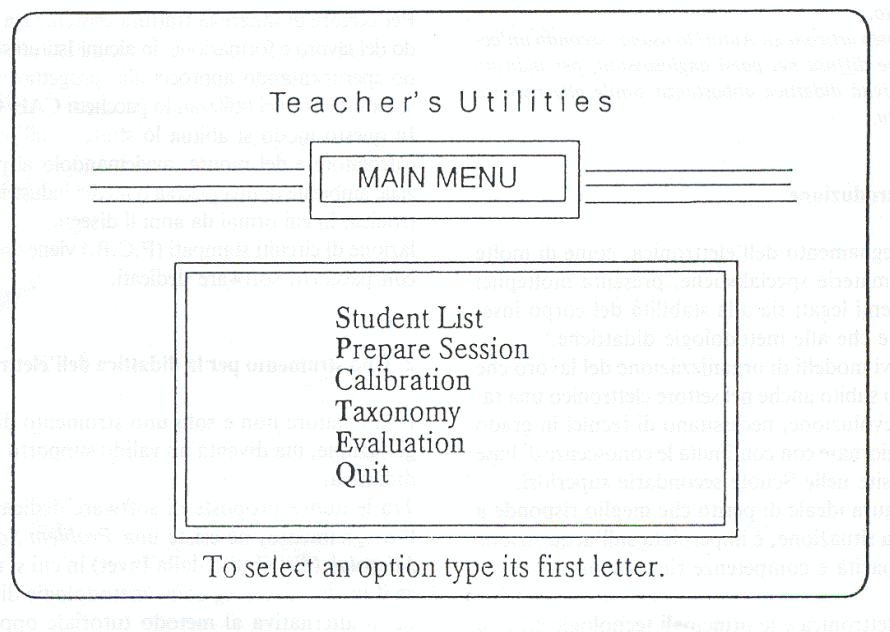


Figura 11. Menu principale del modulo per il docente

Help Next Page Back Page List Problems Print Main Menu		
EVALUATION		
Name: Lina Neman	Module: Basic AC Circuits	Date: 1/31/91
Problems presented: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12		
Comments	Occurred	Problem Number
Entered a correct solution	6/12	1,2,3,4,6,7
Entered an incorrect solution	5/12	5, 8,9,11,12
Did not attempt to solve the problem	1/12	10
Calculated Thevenin voltage incorrectly	2/12	5, 9
Used only the rms values of current	2/12	8, 11
Applied KVL incorrectly	1/12	5
Misinterpreted voltage measurement(s)	1/12	5
Misinterpreted the problem circuit	1/12	12

Figura 12. Esempio di tabella di misurazione individuale

<sup>84</sup> Gli argomenti scelti sono stati: circuiti in corrente continua per la classe terza; transistor per la classe quarta e circuiti integrati per la classe quinta.



Questo software è stato particolarmente utile per controllare il raggiungimento degli obiettivi di conoscenza e di comprensione, senza dover proporre alla classe una verifica scritta tradizionale. La maggiore difficoltà nella corretta integrazione di questo strumento all'interno di un'attività didattica tradizionale, sta nel fatto che è scritto in lingua inglese<sup>85</sup> (come illustrato nelle figure 13 e 14). Nel mio caso ho coordinato questa attività didattica con l'insegnante di lingua inglese, raggiungendo alla fine della sperimentazione anche l'obiettivo di conoscenza e comprensione dell'inglese tecnico<sup>86</sup>.

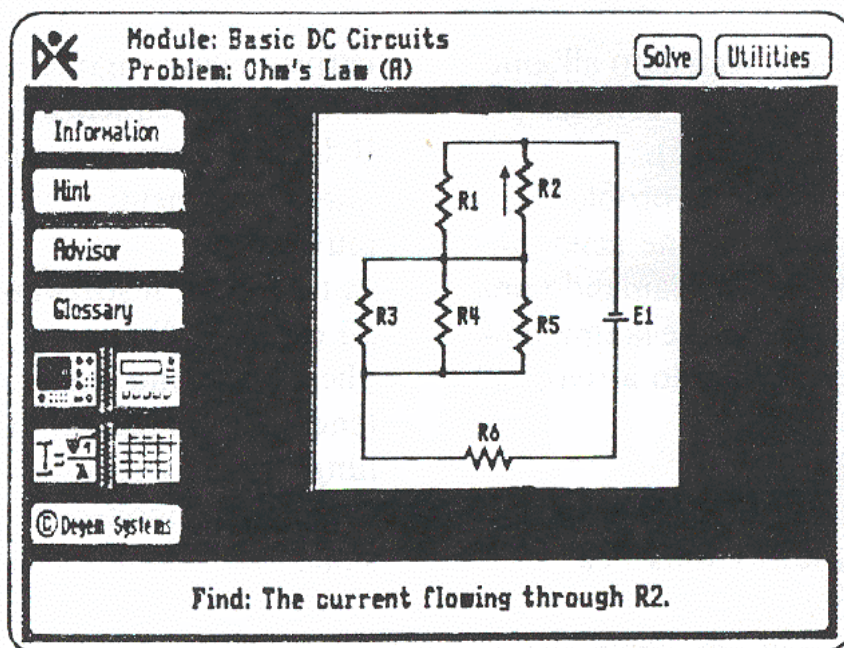


Figure 13. L'ambiente di lavoro, in lingua inglese, propone un'interfaccia amichevole.

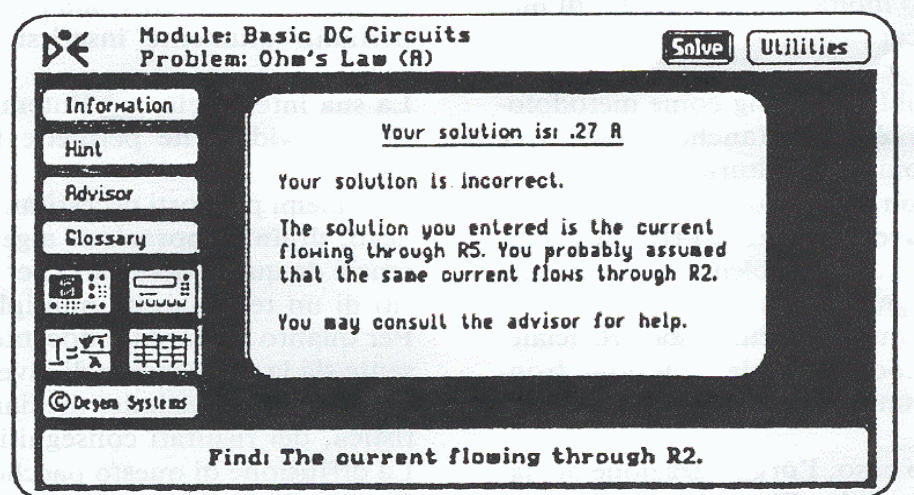


Figura 14. Un esempio di segnalazione di errore che permette il feedback nel processo di apprendimento.

<sup>85</sup> Questo motivo ne ha in parte ostacolato la diffusione nella scuola italiana.

<sup>86</sup> Lingua in cui sono scritti i manuali (data book) e i fogli (data sheets) dei circuiti integrati.

### 3.2.3 Il computer nelle attività di laboratorio di elettronica

L'attività del laboratorio di elettronica, inserita nel progetto "Work Station per il Docente", è stata organizzata in tre fasi fondamentali che si possono così schematizzare:

- Misurazione dei parametri di un circuito elettrico reale oppure acquisizione di segnali;
- Editazione e simulazione di schemi circuitali;
- Editazione delle relazioni.

In ciascuna di queste fasi il computer svolge un importante ruolo didattico.

La prima fase consente agli studenti, suddivisi in gruppi di lavoro di due o tre persone, di assemblare il circuito elettronico, misurarne i parametri, rilevare eventuali anomalie rispetto al circuito analizzato nella spiegazione teorica (ad esempio spike di commutazione su risposte a gradino, ringing, ecc.). Questa fase si svolge sui banchi di prova che sono tutti dotati di strumentazione elettronica di base<sup>87</sup>.

L'aggiunta di schede analizzatori di stati logici e di acquisizione dati, permette al calcolatore di sostituirsi allo strumento di misura tradizionale, divenendo un dispositivo che acquisisce segnali digitali su trentadue canali e li visualizza ed elabora via software, come illustrato in figura 15.

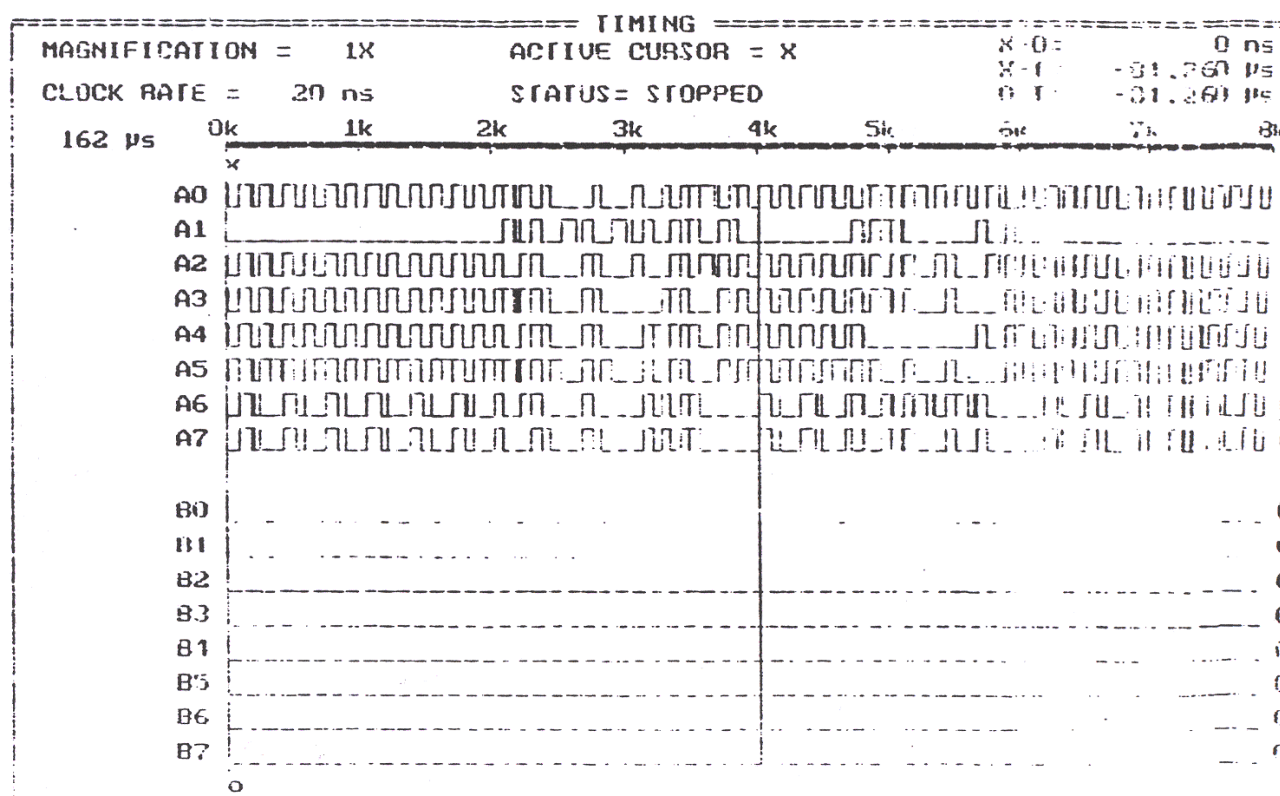


Figura 15. Esempio di acquisizione di segnali dal bus dati di un nano computer NBZ-80

<sup>87</sup> La strumentazione di base è la seguente: generatore di tensione continua e alternata, generatore di funzioni, multimetro digitale, scheda per esperimenti.



Nella seconda fase si disegna il circuito, in precedenza costruito, utilizzando pacchetti applicativi CAD (Computer Aided Design) o CAE (Computer Aided Engineering)<sup>88</sup>. Questa fase è particolarmente importante dal punto di vista formativo in quanto avvicina gli studenti alle reali condizioni di lavoro e di progettazione che si hanno nelle ditte di informatica e di elettronica.

Il primo programma CAD/CAE usato si chiama ORCAD® ed è una versione ridotta di un software che trova largo impiego nelle piccole e medie industrie elettroniche. Esso consente:

- il disegno del circuito (con ORCAD SDT®)
- la sua simulazione digitale (con ORCAD VST®)
- la realizzazione del circuito stampato (con ORCAD PCB®)
- la realizzazione di dispositivi logici programmabili (con ORCAD PLD®)

Si tenga presente che la simulazione digitale è possibile utilizzando particolari comandi la cui sintassi è molto rigida. Questo strumento software è appreso nell'arco dei tre anni di studi.

Il secondo programma CAE usato è Pspice® che consente la simulazione analogica di un circuito elettronico. Viene introdotto al quarto anno e approfondito al quinto. Lo studente disegna lo schema circuitale con il software trattato in precedenza, converte lo schema in un file di simulazione compatibile con questo programma la cui sintassi è simile a quella del linguaggio C.

In seguito si esegue il programma di simulazione analogica vera e propria. Le figure 16, 17 e 18 illustrano rispettivamente uno schema circuitale creato con ORCAD SDT®, la definizione del circuito, mediante poli e la sua simulazione mediante PSPICE®.

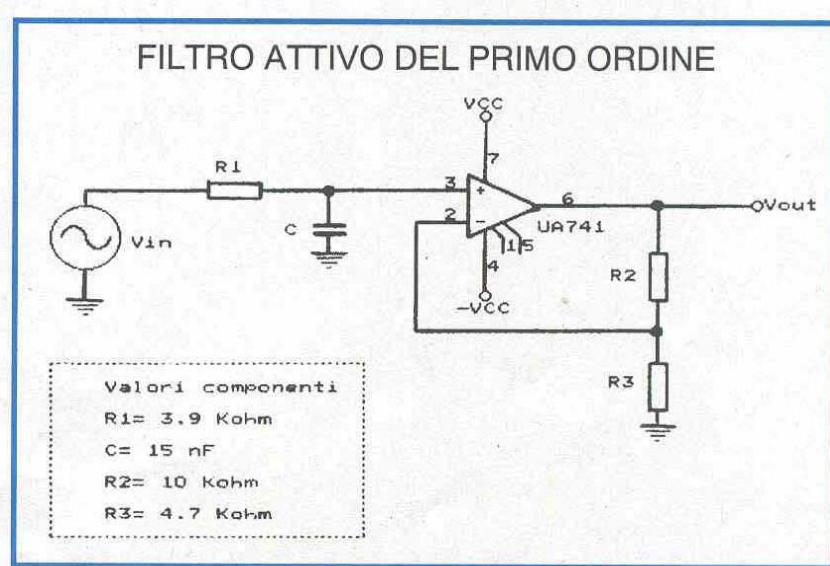


Figura 16. Schema circuitale editato con ORCAD SDT®.

<sup>88</sup> Al terzo anno si inizia con la creazione di schemi circuitali. Al quarto anno si apprende la simulazione sia analogica che digitale; mentre al quinto anno si analizza l'applicativo che consente la realizzazione del circuito stampato. In questo modo lo studente si avvicina al reale contesto lavorativo.

```

* STUDIO IN FREQUENZA FILTRO PASSA BASSO
VCC 1 0 15V
VEE 2 0 -15V
VAC 3 0 AC 1
R1 3 4 3.9K
C1 4 0 15NF
R2 5 6 10K
R3 6 0 4.7K
XAMP1 6 4 1 2 5 Ua741
.LIB
.OP
.PROBE
.END

```

Figura 17. Definizione mediante poli del circuito di figura 23 con PSPICE®.

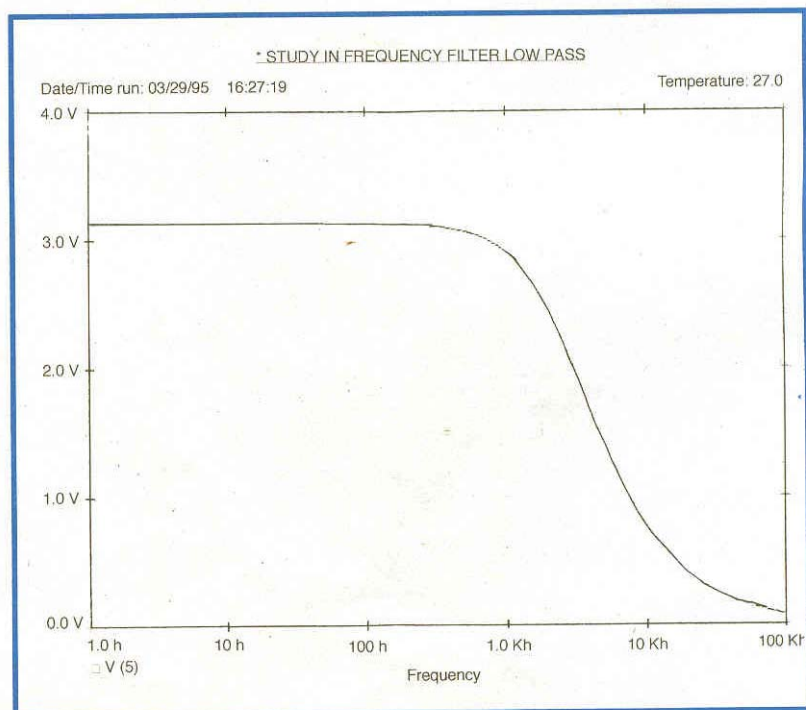


Figura 18. Simulazione del circuito di figura 23 con PSPICE®.

L'utilità di questo approccio consiste nel fatto che lo studente è in grado di ripercorrere i vari stadi della simulazione, controllandone l'esecuzione temporale e potendo intervenire via software per modificare i parametri della rete. In questo modo si rende conto di come sono organizzati i programmi orientati alla progettazione assistita.

La terza e ultima fase è dedicata alla stesura della documentazione inerente l'esercitazione svolta. Essa viene creata con l'elaboratore utilizzando un word processor (ad esempio WordStar®) e un foglio elettronico integrato (ad esempio LOTUS 123®).

### 3.2.4 Il computer nelle attività burocratiche: Il registro di classe

Nel progetto "Work Station per il docente" un altro obiettivo da realizzare è la creazione un registro di classe elettronico che sia un valido aiuto nelle attività burocratiche che il docente deve espletare. L'idea della realizzazione di uno strumento elettrico che potesse essere d'aiuto al docente nelle attività burocratiche è di Giovanni Degli Antoni, direttore del progetto "Work Station per il docente", che già nel 1986, dichiarava: *"Uno strumento come il registro elettronico in mano ad ogni docente, vuol dire un notevole salto di qualità."*<sup>89</sup>

Il prototipo del mio registro elettronico, realizzato in collaborazione con Fernando Codonesu, utilizza un software per la gestione automatizzata di alcune operazioni che l'insegnante deve svolgere.

Si fa riferimento in particolare:

- Alla registrazione della attività svolte in classe;
- Alla registrazione delle assenze;
- Al calcolo delle votazioni medie per materia;
- Alla spedizione di comunicazioni "personalizzate" in base a opportuni criteri di selezione<sup>90</sup>.

Per realizzare il registro elettronico, si utilizza un approccio metodologico che consiste in un'analisi di tutte le funzioni tipiche svolte dall'insegnante nel suo lavoro quotidiano.

La figura 19 illustra il diagramma di flusso delle attività che in genere vengono svolte da un insegnante in una lezione<sup>91</sup> (Codonesu & Sala, 1999).

---

<sup>89</sup> In una intervista rilasciata a Bruno Contigiani per la rivista *Compu Scuola* del Gruppo Editoriale Jackson (Cfr. in bibliografia).

<sup>90</sup> Ad esempio: un rendimento scolastico scarso da parte dello studente, una mancanza di impegno, un numero elevato di assenze, e così via.

<sup>91</sup> Facciamo riferimento a scuole di indirizzo tecnico nelle quali le attività didattiche possono essere o la lezione tutoriale (nella quale gli argomenti vengono trattati in modo teorico) oppure la lezione di laboratorio (nella quale vengono verificati, attraverso esperimenti, gli argomenti e le relazioni trattate nella lezione tutoriale).

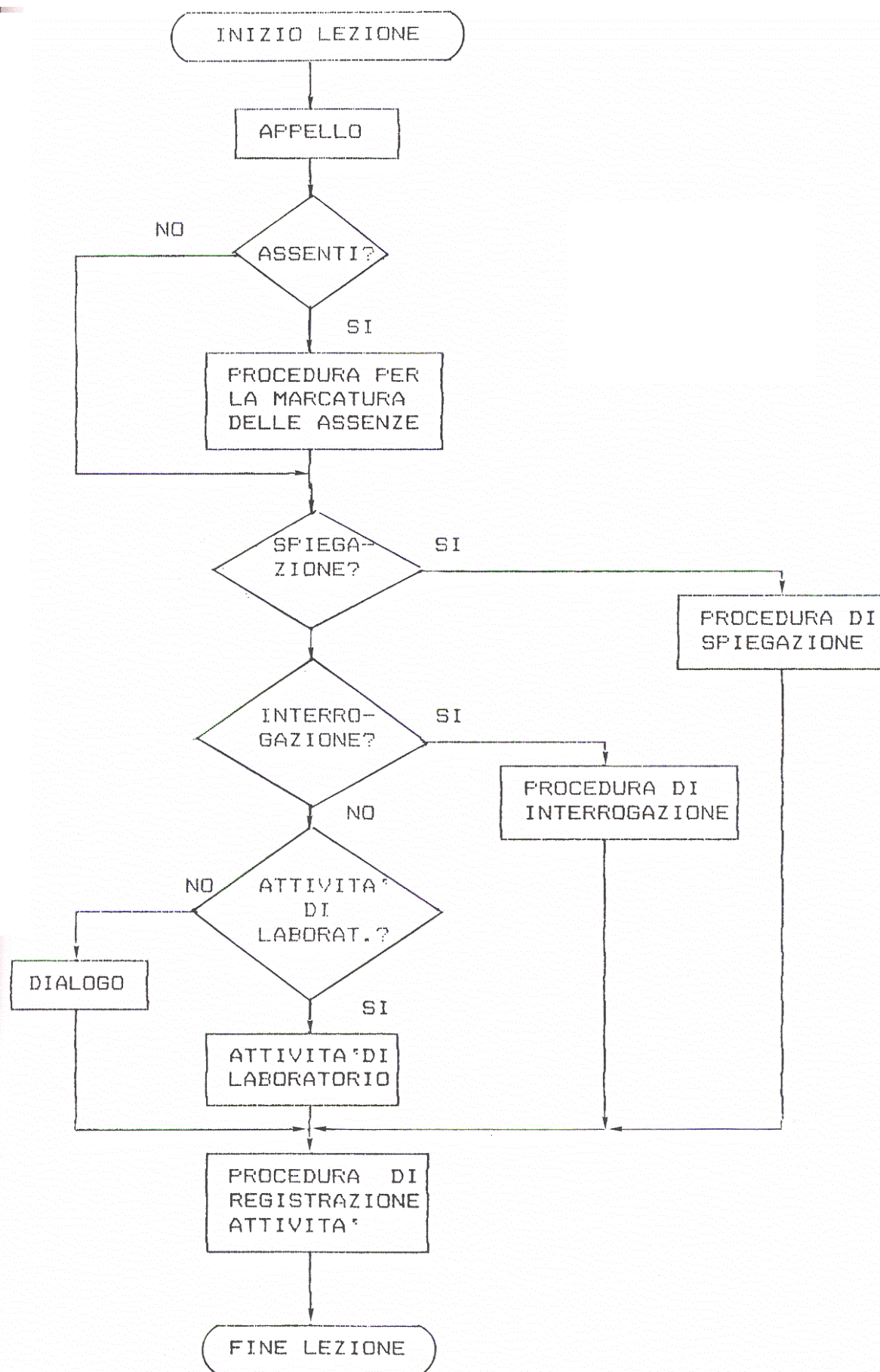


Figura 19. Attività svolte in classe.

Osservando il flowchart di figura 19 notiamo la presenza delle seguenti attività<sup>92</sup>:

- Appello;
- Rivelazione delle assenze;
- Spiegazione;
- Interrogazione;
- Attività di laboratorio;
- Dialogo con la classe.

Per la realizzazione del registro elettronico, la procedura di maggiore importanza, all'interno delle attività illustrate in figura 19, risulta essere la registrazione di attività. La figura 20 ne illustra il diagramma di flusso della nostra soluzione.

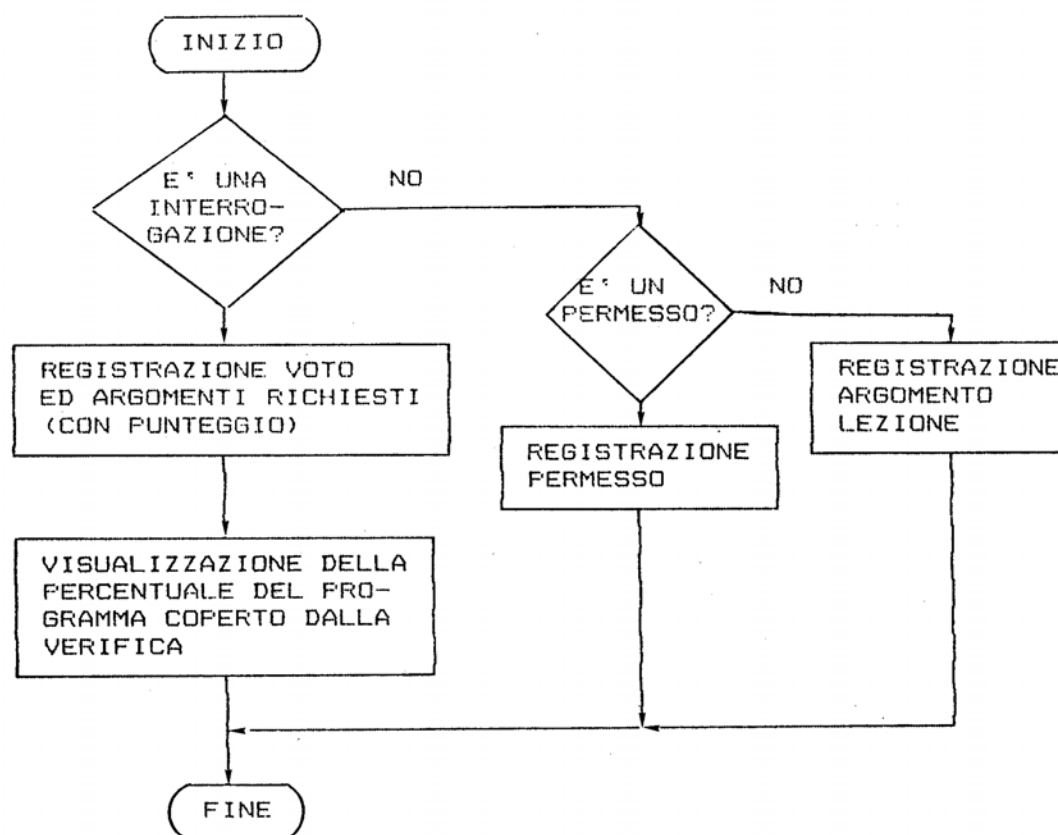


Figura 20. La registrazione delle attività

Per la realizzazione del nostro registro di classe, il mercato offre una serie di strumenti software che spaziano dai diversi linguaggi di programmazione ai data base . Abbiamo infatti a disposizione:

- Linguaggi di programmazione procedurali (ad esempio il Basic®);
- Linguaggi di programmazione funzionali (ad esempio il Prolog® e il Lisp®);
- Programmazione a oggetti (grazie ai linguaggi C Object Oriented® e Small Talk®);

<sup>92</sup> Alcune di queste attività sono viste sotto forma di procedura; ciò permette una più semplice realizzazione informatica.

- Elaboratori di testi<sup>93</sup> (ad esempio il WordStar®);
- Fogli elettronici integrati (ad esempio Lotus 123® e Quattro®)
- Pacchetti applicativi che permettono la realizzazione di Data base (ad esempio Dbase® versioni III e IV).

Abbiamo scelto di realizzare il nostro registro di classe utilizzando:

- un Data base (il Dbase III®) per memorizzare l'elenco degli studenti e creare alcune procedure<sup>94</sup> con il linguaggio che il Data base mette a disposizione.
- un editore di testo (il WordStar®) per editare le lettere da inviare alle famiglie degli studenti.

Per la registrazione dei voti abbiamo fatto riferimento a tre tipi di misurazione; i voti saranno infatti: scritto, orale e pratico<sup>95</sup>. Il grosso problema a cui siamo andati incontro è strettamente connesso alla tecnologia di cui disponiamo. Si lavora infatti con un sistema operativo MS-Dos e non in un ambiente integrato<sup>96</sup>; inoltre i computer più potenti di cui disponiamo sono della generazione di processori 80386 (con 4 Mbyte di memoria RAM; un clock di 16 MHz e un hard disk di 80 Mbyte). Per questi motivi le procedure di calcolo risultano un po' lente; viene infatti selezionato uno studente per volta e si procede al relativo aggiornamento, mentre si potrebbe lavorare su più studenti contemporaneamente.

Un altro aspetto affrontato nella creazione del Registro Elettronico è quello della comunicazione con le famiglie. E' infatti prassi comune nella scuola italiana avere dei contatti periodici con le famiglie degli studenti, anche in funzione dei risultati ottenuti nelle diverse discipline. Abbiamo quindi pensato che il Registro Elettronico dovesse consentire l'invio di una comunicazione alle famiglie, anche in base alla media dei voti calcolata dalla procedura illustrata in precedenza. In questo modo ci deve essere la possibilità di comunicazione, attraverso una sotto procedura, tra Dbase III e un programma di Word Processing (in questo caso abbiamo scelto WordStar per la sua diffusione nell'ambiente scolastico).

Le figure 21 e 22 riportano rispettivamente il menù che permette la comunicazione alle famiglie con il listato della procedura e la tipologia di una lettera standard (figura 22). Il modello di lettera in figura 29 fa riferimento alla documentazione ufficiale di un generico istituto. La connessione tra il modulo del data base e il word processor viene effettuata tramite un confronto tra i voti che lo studente ha conseguito e un voto campione che rappresenta la soglia minima (in questo caso la sufficienza).

Tutti i nominativi degli studenti che hanno riportato dei voti inferiori al minimo stabilito, vengono spostati in un file temporaneo predisposto per la lettura attraverso WordStar®.

---

<sup>93</sup> O word processor.

<sup>94</sup> Ad esempio il calcolo della media dei voti.

<sup>95</sup> Questa suddivisione di voti è tipica delle scuole tecniche nelle quali si assegna una misurazione anche alle attività di laboratorio.

<sup>96</sup> Ad esempio Windows.



	Data:
C O M U N I C A Z I O N E   A L L E   F A M I G L I E	
<div style="border: 1px solid black; width: 300px; margin: 20px auto; padding: 5px;"> 1. PER PROFITTO MATERIA  2. PER PROFITTO GENERALE  3. PER CONDOTTA    0. ESCI </div> <p style="text-align: center; margin-top: 50px;">SCEGLI UN NUMERO : 0</p>	

```
* PROCEDURA SELEZPRM.PRG
* DIMOSTRAZIONE
```

```
PRIVATE ALL
```

```
SELECT 1
USE PROFESSORI INDEX CODINS
SELECT 2
USE DESCLASS
SELECT 3
USE MATERIE
```

```
mcod_ins=SPACE(4)
mdesc_class=SPACE(15)
mdesc_mat=SPACE(20)
mval_conf='<'
mval_voto=' . '
```

```
* VERIFICA QUADRIMESTRE
IF MONTH(DATE())<1 .AND. MONTH(DATE())>6
    mquad="I"
ELSE
    mquad="II"
ENDIF
```

```
CLEAR
TEXT
```

Figura 21. Menu delle comunicazioni alle famiglie.

ITIS di CITTA' di M.....  
 Via ..... N° .....  
 CAP M..... (PR)

&Data&

Alla Famiglia &COGNOME&  
 &INDIRIZZO&  
 &CAP& &CITTA&

Ravvisando elementi di preoccupazione per il rendimento scolastico, il C.d.C. invita i genitori dello studente a prendere visione dei risultati del primo quadrimestre e a parlare con i singoli insegnanti.

Solo l'impegno costante e un comportamento piu' serio e corretto potranno consentire un proseguimento piu' proficuo dell'anno scolastico.

Cordiali saluti.

per IL CONSIGLIO DI CLASSE  
 prof. &firma&

visto  
 IL PRESIDE

Figura 22. La tipologia di una lettera standard da inviare alle famiglie.

### 3.3 Osservazioni inerenti il progetto "Work Station per il docente"

Il progetto "Work Station per Il Docente" è culminato nel 1994 con un convegno di studi nel quale sono stati discussi i problemi e gli obiettivi conseguiti da ciascun partecipante al progetto.

E' stato evidenziato che il computer può essere integrato nelle attività curriculari della scuola secondaria superiore sia nelle materie umanistiche sia nelle discipline tecnico-scientifiche. Le professoresse Cremascoli e Creperio, docenti rispettivamente di lingua italiana e di filosofia, hanno evidenziato che è proprio nelle discipline umanistiche che l'utilizzo ben calibrato del computer può fornire un ottimo aiuto all'attività didattica, ad esempio attraverso la scrittura creativa o la catalogazione delle informazioni relative a un argomento di filosofia.



All'interno del progetto è stata inoltre verificata la possibilità di realizzare, tramite il Registro Elettronico, uno strumento in grado di aiutare il docente nelle attività burocratiche connesse all'insegnamento (registrazione delle assenze, dei voti, degli argomenti trattati nelle lezioni e comunicazione con le famiglie).

La mia esperienza di docente di elettronica coinvolto nel progetto mi ha consentito di valutare l'impatto delle nuove tecnologie informatiche in un ambiente di insegnamento prettamente tecnico.

In particolare ho notato che, rispetto allo sviluppo di un argomento in cui si utilizzano gli strumenti didattici tradizionali (lavagna di ardesia o lavagna luminosa), l'uso di computer mi ha permesso di:

- Focalizzare l'attenzione sullo schema circuitale il quale risulta più curato rispetto a quello presentato con un trasparente o disegnato su una lavagna;
- Rendere più semplice il riconoscimento degli elementi di un circuito, poiché sono rappresentati con colori diversi (ad esempio gli elementi attivi e passivi disegnati in rosso, i fili di collegamento in verde e così via<sup>97</sup>);
- Utilizzare le tecniche di animazione per spiegare l'evoluzione nel tempo di un determinato fenomeno elettrico<sup>98</sup> aiutandone in questo modo l'apprendimento (ad esempio legge di carica e scarica di un condensatore, oppure la formazione di una giunzione P-N in un diodo);
- Simulare in tempo reale il comportamento di un circuito elettronico (ad esempio visualizzare le forme d'onda d'uscita di un contatore digitale);
- Tenere vivo l'interesse degli studenti per un tempo superiore rispetto alla lezione in cui si utilizzano strumenti tradizionali;
- Riassumere un vecchio argomento in breve tempo, consentendo agli studenti assenti alla spiegazione di poter cogliere gli aspetti teorici più importanti;
- Avvicinare gli studenti a situazioni di lavoro reale, tramite i programmi CAD/CAE.

I risultati dei test e delle verifiche in itinere sono incoraggianti e mi hanno aiutato a trovare una risposta positiva al quesito che ho posto come base di questa sperimentazione didattica.

Le considerazioni e le esperienze raccolte nel progetto "Work Station per il docente" sono state utili per il Dipartimento di Scienze dell'Informazione sia nella realizzazione del progetto TELELAVAGNA<sup>99</sup>, sia nella riuscita del progetto PERSONAL UNIVERSITY<sup>100</sup>.

#### 4. Conclusioni

Non possiamo parlare separatamente dell'introduzione dell'informatica e del computer nell'ambito didattico; si tratta di due aspetti distinti, ma non separabili. Infatti, quando il computer entra nelle classi, insegnanti e studenti, approfondendo la conoscenza dell'informatica, sono portati ad applicarla al loro specifico campo di

---

<sup>97</sup> La colorazione utilizzata per gli elementi circuitali è in accordo con quella usata dai più comuni sistemi CAD/CAE.

<sup>98</sup> L'esperienza personale mi ha insegnato che nella spiegazione di fenomeni che evolvono nel tempo, l'utilizzo delle animazioni può aiutare la loro comprensione e quindi favorire l'apprendimento.

<sup>99</sup> TELELAVAGNA rappresenta uno dei primi esempi in Italia di ambiente di spiegazione multimediale.

<sup>100</sup> Il progetto PERSONAL UNIVERSITY, della durata triennale, intende realizzare un intero corso universitario su personal computer ed è svolto in collaborazione con l'università di Asuncion (Paraguay).

attività. Avviene quindi anche nel campo della didattica quello che sta avvenendo in altri settori: il non specialista, accostandosi all'informatica, ne scopre le potenzialità in relazione alla propria professione e diventa protagonista di un processo di rinnovamento metodologico (Calvani & Rosso, 1994). Risulterebbe improbabile utilizzare nelle scuole il computer come mezzo didattico senza però fornire le nozioni fondamentali dell'informatica (Marucci, 1995).

Non si può dire nulla di assoluto sui vantaggi e sulle diversità di una situazione di insegnamento – apprendimento con l'ausilio del computer, rispetto ad altre situazioni. Un aspetto preminente è quello dell'introduzione di una potenziale situazione di individualizzazione dell'insegnamento che permette l'interattività, la creatività, le modellazioni, la simulazione, l'uso facilitato del problem solving, ecc. (Beaufils & Salamè, 1989; Bork, 1985; Twigger, 1988).

Seymour Papert afferma invece che i particolari risultati positivi e negativi ottenibili con una metodologia, che integri il calcolatore nella attività didattica non sembrano dipendere dalla tecnologia in oggetto, ma dalla cultura didattica nella quale le sperimentazioni sono effettuate<sup>101</sup>. Un'accusa che inoltre Papert rivolge all'informatica è di essere *tecnocentrica*<sup>102</sup>, ossia di assegnare al computer un ruolo centrale nel processo educativo (Papert, 1987). In contrapposizione a ciò, Papert pone le basi per un nuovo tipo di indagine che chiama *Computer Criticism* dove lo scopo non è condannare il computer, ma criticarlo, spiegarlo e porlo nella prospettiva tale che critica e creatività si integrino per migliorare i risultati raggiunti (Pellerey, 1988).

Grazie però alle diverse sperimentazioni didattiche svolte in questo periodo, Marucci (1995) presenta alcune indicazioni sicure che emergono dalle diverse esperienze che hanno visto l'informatica e il computer coinvolti nella didattica.

Vengono evidenziati:

- *L'assenza del blocco cognitivo.* Il computer realizza una situazione di apprendimento in cui è assente il rischio del blocco cognitivo dovuto a problemi di emotività e cattiva relazionalità.
- *Rapporto interattivo nell'apprendimento.* Ad esempio i linguaggi di programmazione più comuni, quali il Basic o il Logo, sono interattivi e permettono ai loro utilizzatori di "prendere in mano" il controllo della situazione.
- *Immediatezza nella correzione.* Nell'utilizzo di molti strumenti informatici l'allievo impara infatti a convivere con i messaggi d'errore inviati dal computer ed essi non assumono un caratteristiche punitive.
- *Velocità esecutiva.*
- *Rispetto dei ritmi d'apprendimento e degli stili cognitivi.* Uno dei più importanti meriti del computer in campo educativo è quello che sembra risolvere due dei grandi problemi dell'educazione: come rispettare i ritmi dell'apprendimento e come evitare sfasature tra i tempi proposti dalla scuola e quelli richiesti dall'allievo in una particolare attività<sup>103</sup>.

---

<sup>101</sup> Papert, per dimostrare questa ipotesi, riporta le due realtà costituite dai progetti del Bank Street College e della Kent State University. Queste due realtà sono strutturate su principi pedagogici diversi e hanno prodotto risultati differenti, pur avendo il denominatore comune rappresentato dall'uso del linguaggio Logo (Marucci, 1995).

<sup>102</sup> Il "tecnocentrismo" conduce, secondo Papert, all'adozione di metodologie classiche d'indagine in campo psicopedagogico, ritenute non perfettamente appropriate.

<sup>103</sup> Come afferma Marucci (1995): " *In questi casi si viene ad innescare un processo di divaricazione fra le attese e le effettive prestazioni. L'andamento a forbice è la risultante della non conoscenza o della mancanza di rispetto delle tappe evolutive. A lungo termine la forbice diviene troppo larga. Di fronte al computer l'alunno può essere arbitro delle proprie scelte, se ciò viene permesso. Egli decide*

- *Vie diverse per risolvere lo stesso problema.* Non esiste infatti nessuna regola preordinata che imponga in un procedimento algoritmico la scelta di un percorso invece che di un altro<sup>104</sup>.

Nei prossimi capitoli analizzeremo come l'evoluzione degli strumenti e delle tecnologie informatiche, ad esempio l'introduzione degli ipertesti, degli ipermedia, delle reti telematiche, di Internet e della realtà virtuale, abbiano aiutato a migliorare la qualità della didattica in scuole di diverso ordine e grado (scuole superiori ed università). Tutto ciò verrà discusso presentando anche delle esperienze didattiche personali.

### **Pubblicazioni di Nicoletta Sala scaturite da questa esperienza**

Registro di classe. (con Codonesu F.) (1989) *Informatica Telematica e Scuola*, anno III, n° 4/5, casa Editrice McGraw-Hill, Milano, pp. 74 – 87.

Problem Solving Microlab; un supporto all'insegnamento dell'elettronica (con Codonesu F.) (1990) *Informatica Telematica e Scuola*, anno IV, n° 6, casa Editrice McGraw-Hill, Milano, pp. 81– 86.

.I supporti informatici nell'insegnamento dell'elettronica (1994). In *Informatica e scuola*, anno II, n° 2, gennaio 1994, Hugony Editore, Milano, 20-21

L'informatica e la didattica dell'elettronica (1994) In *Atti convegno Inforscuola '94* (Convegno C7), Hugony Editore, pp. 10

Laboratorio di elettronica: attività (1994) In *Nuova Secondaria*, anno XII, n° 4, 15 dicembre 1994, casa Editrice la Scuola, Brescia, 84-85

Problemi connessi al progetto di opere multimediali per la didattica (1995). In *Atti del convegno e mostra nazionale di informatica Inforscuola '95*, Hugony editore, Milano

Circuiti elettronici: progettare e misurare con il PC (1995) In *Informatica e scuola*, anno III, n° 3, luglio 1995, Hugony Editore, Milano, 8- 11

---

*i ritmi in maniera automatica e senza drammi. L'esperienza ha mostrato che in tal modo gli apprendimenti sono più rapidi e l'atteggiamento nei confronti della materia e della scuola più positivo".*

<sup>104</sup> I linguaggi informatici permettono di essere articolati in strutture sintattiche complesse, definite ma contemporaneamente definibili in procedure alternative.

## Capitolo 2

### Periodo di esperienza 1994-1995:

### La multimedialità nella didattica a distanza

#### Premessa

Lo scopo di questo capitolo è di presentare in che modo la multimedialità abbia modificato l'impostazione dell'attività didattica e soprattutto in che modo questa tecnologia abbia favorito la didattica a distanza.

Per far ciò è necessario fare alcune considerazioni connesse agli studi pedagogici e sociologici che giustificano l'uso della multimedialità. Nelle teorizzazioni psico-sociologiche e psico-pedagogiche, si possono individuare tre diversi filoni di pensiero che giustificano e sostengono l'impiego della multimedialità nei processi di apprendimento e di insegnamento.

Si hanno i filoni sviluppati da:

- **McLuhan** (*il medium è messaggio*)<sup>105</sup> e dal suo allievo **de Kerckhove** (*brainframes*)<sup>106</sup>;
- **Bruner** (*strategie di apprendimento*), **Olson** (*skill in a medium*), **Gardner** (*frames of mind*) e **Greenfield** (*istruzione a più voci*)<sup>107</sup>;
- **Spiro** (*teoria della flessibilità*)<sup>108</sup> (Spiro & Jehng, 1990).

Nei primi due filoni si tende a un sistema di formazione a più voci o multimediale che, attraverso l'utilizzo di tutti i mezzi, consenta un apprendimento veramente integrale. La teoria della flessibilità cognitiva elaborata da Spiro basa la proposta didattica sui casi, piuttosto che sulla conoscenza teorica del dominio. In questo ambito, la tecnologia multimediale viene proposta come la migliore strategia per potere sviluppare la flessibilità cognitiva e la profonda conoscenza di domini specifici.

---

<sup>105</sup> McLuhan (1967) giunse ad affermare che i modi di trasmettere cultura influiscono su di essa fino a plasmarla: i suoi effetti psicologici, sociali e culturali sono il messaggio del mezzo. In quest'ottica i media vengono considerati estensioni di qualche facoltà fisica o psichica; l'estensione di un senso, di una funzione, modificherebbe il modo di agire, di pensare e di percepire il mondo. I media elettronici, in particolare, concorrerebbero a sviluppare un'espansione totale dei sensi, agendo sul sistema nervoso centrale (Calvani, 1998).

<sup>106</sup> Secondo de Kerckhove "*Siamo continuamente creati e ricreati dalle nostre invenzioni*" (de Kerckhove, 1991). Egli riprende e sviluppa l'idea che le nuove tecnologie esercitano profonde modificazioni nel modo di pensare nella struttura del cervello.

<sup>107</sup> Secondo Bruner, Olson, Gardner e Greenfield l'intelligenza è l'interiorizzazione degli utensili generati da una data cultura.

Bruner parla espressamente di tre tipi di strumenti o amplificatori dei poteri umani: dell'azione, dei sensi e del pensiero (Brunner, 1990). Ad essi fa corrispondere tre sistemi di rappresentazione: endoattiva, iconica e simbolica. Anche per Olson l'intelligenza è interpretata come la progressiva padronanza di un medium culturale (Olson, 1977). Gardner, nella sua teoria delle "formae mentis" descrive l'esistenza di una pluralità di intelligenze strettamente connesse all'uso privilegiato di differenti sistemi simbolici proposti in specifici contesti naturali (Gardner, 1993). Greenfield tiene invece presente che ciascun medium tecnologico privilegia una o più canali cognitivi ed accentua tipi diversi di informazione stimolando processi sensoriali e di pensiero, nonché stili connotativi specifici (Greenfield, 1987).

<sup>108</sup> Seguendo le suggestioni esercitate nella psicologia dal neo-pragmatismo filosofico (Wittgenstein, Rorty, Barthes).

Per potere meglio comprendere come la multimedialità si sia inserita nella didattica a distanza si è pensato di organizzare il capitolo nel seguente modo: nel paragrafo 1 viene presentato lo stato di evoluzione della multimedialità dalla sua nascita fino al periodo in esame (1994-1995). Il paragrafo 2 analizza invece lo stato dell'arte relativo ai progetti di didattica a distanza (ad esempio il progetto statunitense Interactive Multimedia Trial – Distance Learning, il progetto europeo Multimedia Teleschool e il progetto italiano NET.T.UN.O). Il paragrafo 3 è dedicato alla descrizione del progetto "Moduli ipermediali per l'apprendimento a distanza della strumentazione elettronica di base" sviluppato dal Ladimu (Laboratorio di didattica multimediale del Politecnico di Torino). Si tratta di un progetto pilota che rappresenta un tentativo di creare dei moduli ipermediali per la didattica della strumentazione elettronica di base. L'esigenza primaria di questo progetto è quella di permettere una preparazione all'uso della strumentazione elettronica, senza dovere utilizzare un laboratorio di elettronica "reale"<sup>109</sup>. Per questo motivo, oltre alle lezioni che introducono le caratteristiche della strumentazione, vi sono anche le simulazioni dei pannelli di controllo di strumenti specialistici (oscilloscopi e analizzatori di spettro) in modo che gli studenti possano addestrarsi all'uso dello strumento senza dovere entrare in un laboratorio. Nel progetto è stata inoltre studiata la possibilità utilizzare della strumentazione in remoto. All'interno di questo paragrafo viene anche descritta la mia esperienza di consulente per il controllo della validità didattica dei moduli ipermediali nel progetto sviluppato dal Ladimu. Il paragrafo 4 contiene infine le note conclusive del capitolo.

## 1. Introduzione (La multimedialità e la sua applicazione nella didattica a distanza)

L'origine del termine *multimedialità* o *multimedia* è piuttosto incerta. Alcuni lo fanno risalire all'arrivo sul mercato, nel 1984, del MacIntosh che era in grado di integrare suoni e immagine, chi invece ne individua le origini in un intervento di Bill Gates alla prima conferenza internazionale sul CD-ROM, tenutasi nel 1986<sup>110</sup> (Garassini, 1999). Nicholas Negroponte (1995, p. 8) così definisce la multimedialità: *"L'insieme di audio, video e dati viene chiamato multimedia: sembra complicato, ma non è altro che una mescolanza di bit"*.

La multimedialità è una tecnologia che mette in condizioni l'uomo di usare tutte le tecniche di comunicazione che ha inventato nella sua storia su un unico supporto digitale<sup>111</sup>. Spesso con lo stesso termine *multimedialità* si indicano concetti molto lontani tra loro, come ad esempio prodotti informatici, prodotti cinematografici, modalità produttive oppure capacità comunicative. E' interessante notare che questa capacità tecnologica ricade su tutto il mondo che produce comunicazione, sotto ogni forma. La radio, la stampa, la televisione, i prodotti informatici e il cinema sono interessati alla potenzialità multimediale racchiusa nei moderni computer; infatti l'evoluzione dell'elettronica ha permesso al computer di trasformarsi in una piattaforma che permette la fruizione dei diversi media (Park & Hannafin, 1993). La figura 1 illustra lo schema di un sistema multimediale che si basa sul computer.

<sup>109</sup> Spesso i laboratori di elettronica sono molto affollati e con poco personale specializzato che spiega l'uso della strumentazione.

<sup>110</sup> Si trovano però tracce della parola *multimedia* in giornali statunitensi di una decina di anni prima.

<sup>111</sup> Bill Gates afferma con grande entusiasmo: *"It [multimedia technology] integrates digital sound, animation, and photographic-quality images with text and graphics to create an intensely engaging learning experience"* (Gates, 1993).

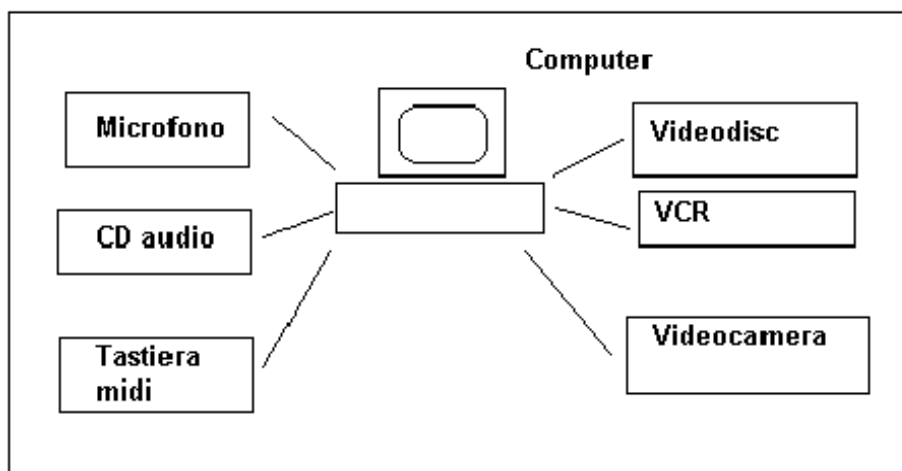


Figura 1. Lo schema di un tipico sistema multimediale con il computer come elemento di base.

Una semplice classificazione sui media permette innanzitutto di dividere il linguaggio verbale dal "linguaggio" delle immagini e ciascuna di queste due categorie in due ulteriori sottotipi (come illustrato in figura 2).

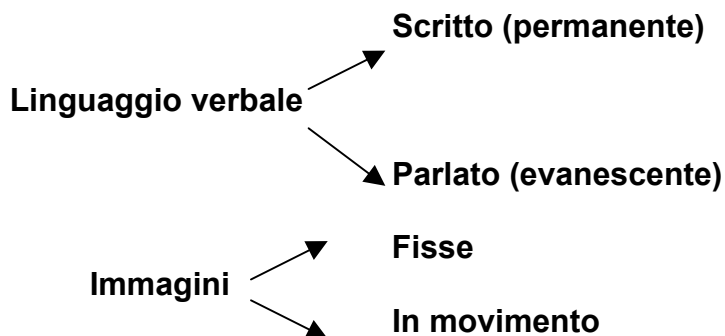


Figura 2. classificazione del linguaggio e delle immagini

Il linguaggio verbale può essere scritto o parlato. La principale caratteristica distinguente è quella della *permanenza* per il linguaggio scritto (ossia la possibilità di "tornare indietro", "fare pause", "rileggere", etc.), rispetto all'*evanescenza* del parlato (che va invece processato immediatamente, e immediatamente compreso e mentalmente immagazzinato). Le immagini vengono invece suddivise a seconda della loro natura temporale o meno, si hanno infatti *immagini fisse* (che possono utilizzare una varietà di supporti tra cui quello, tradizionalmente importantissimo, cartaceo) e *immagini in movimento* che, fino a pochi anni or sono, necessitavano di un supporto speciale (la pellicola filmica)<sup>112</sup>. Questa classificazione però non fornisce alcuna informazione sul contenuto che i media veicolano<sup>113</sup>. È importante quindi esaminare i media dal punto di vista della loro organizzazione strutturale intrinseca. Vi sono dei media che sono intrinsecamente organizzati in modo lineare, ossia i loro componenti devono essere disposti unidimensionalmente e

<sup>112</sup> Attualmente le tecnologie elettroniche hanno cancellato questa distinzione di supporto.

<sup>113</sup> O equivalentemente, il rapporto dei mezzi con la realtà.

unidirezionalmente. Essi sono quindi dei *media lineari*, indicando con il termine di *media non-lineari* quelli che invece permettono organizzazioni non necessariamente unidimensionalmente e unidirezionalmente ordinate. La prossima tabella di figura 3 indica un'ulteriore classificazione dei media.

Tipo di media	Simbolico <sup>114</sup>	Non simbolico <sup>115</sup>
Lineare	Linguaggio verbale(scritto e parlato)	Filmato
Non lineare	Diagrammi, mappe, piante, etc.	Immagini riproduttive (diapositive, fotocopie)

Figura 3. Ulteriore classificazione dei media.

Appare a questo punto evidente come la multimedialità abbia ampliato ulteriormente la gamma delle soluzioni disponibili in campo didattico, introducendo quattro diverse tipologie applicative che sono:

- *Organizzazione lineare dell'informazione/monomediale*
- *Organizzazione lineare dell'informazione/multimediale*
- *Organizzazione non lineare dell'informazione/monomediale*
- *Organizzazione non lineare dell'informazione/multimediale.*

Lo schema di figura 4 illustra le componenti che costituiscono un documento multimediale (Olimpo, 1995).

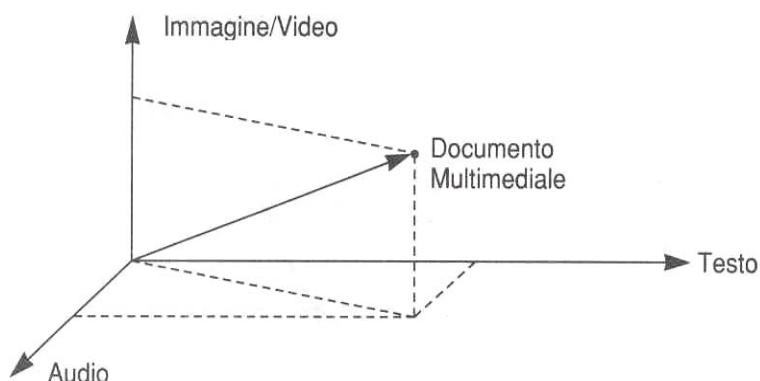


Figura 4. Le componenti di un documento multimediale

L'ambiente della formazione e dell'educazione può utilizzare la multimedialità su tre diversi livelli che sono (Calvani, 1996):

- Livello teorico: la multimedialità come paradigma conoscitivo<sup>116</sup>;

<sup>114</sup> Si definisce *simbolico* un medium che simbolizza il contenuto che veicola. Ad esempio il linguaggio verbale (parlato o scritto) è un medium simbolico in quanto per ricostruire ciò a cui ci si riferisce si devono conoscere le convenzioni del codice (lessico e sintassi).

<sup>115</sup> Si definisce *non - simbolico* un medium che riproduce il contenuto che veicola. Ad esempio il filmato è un medium non simbolico in quanto riproduce la realtà.

<sup>116</sup> Quando si parla di multimedialità come paradigma conoscitivo si fa riferimento al fatto che la multimedialità rappresenta oggi una chiave di lettura che consente di comprendere come la "tecnologia della parola" abbia condizionato il modo di pensare, gli assetti del sapere, la struttura dei curricula scolastici e come oggi tutto ciò sia sottoposto a un cambiamento (Kerckhove, 1991; Calvani, 1996; Maragliano, 1994; Maragliano, 1998).

- Livello progettuale: la multimedialità come dimensione progettuale<sup>117</sup>;
- Livello operativo: la multimedialità come uso di specifiche tecnologie nella didattica.

Analizzeremo il livello operativo della multimedialità, ossia la multimedialità come utilizzo di specifiche tecnologie nella didattica. La didattica può essere di tipo tradizionale<sup>118</sup> o a distanza. Le tecnologie multimediali nella didattica tradizionale possono entrare in diversi ambiti, come illustrato nel diagramma a blocchi di figura 5.

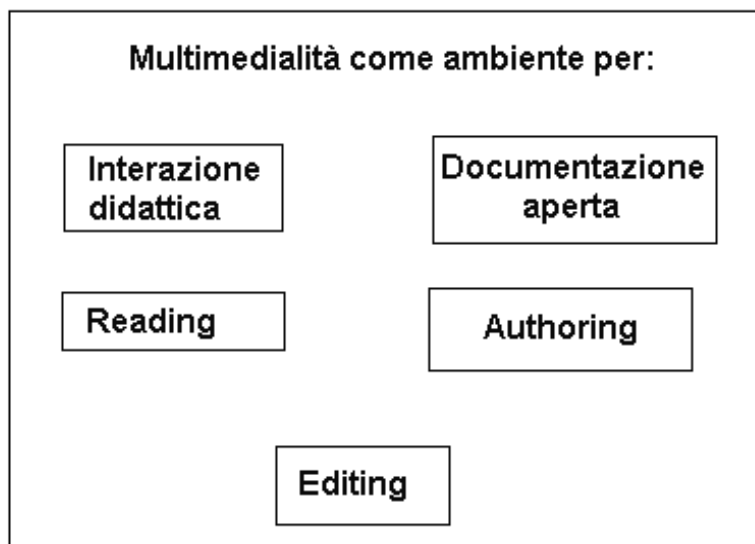


Figura 5. Ambiti di utilizzo della multimedialità nella didattica tradizionale.

Osservando la figura 5 notiamo la presenza dei seguenti blocchi:

- *interazione didattica*, sono i momenti di lezione in cui l'insegnante si avvale di supporti ipertestuali o ipermediali per la costruzione di concetti e di relazioni, che collocano posizioni ed argomentazioni in debita evidenza<sup>119</sup>;
- *reading*, la multimedialità riguarda momenti di lettura - studio (impiego di CD-ROM, di libri elettronici, etc.);
- *editing*, la multimedialità fa riferimento a momenti di scrittura, o di compilazione multimediale (individuali o cooperativi);
- *authoring*, la multimedialità riguarda la costruzione in classe, o tra classi diverse, di ipertesti o applicazioni multimediali (ad esempio un filmato in cui si presentano i risultati di un progetto o di una ricerca svolta);

<sup>117</sup> Quando si parla di multimedialità come dimensione progettuale si fa riferimento alla potenzialità che questa tecnologia dispone di potere proporre ristrutturazioni dell'ambiente formativo. In particolare la multimedialità può essere un'occasione per ridiscutere il ruolo dei diversi media nell'ambiente di apprendimento o per l'allestimento di nuovi ambienti di apprendimento (come verrà descritto nel capitolo 5).

<sup>118</sup> Per didattica tradizionale, o didattica quotidiana, intendiamo la didattica che si basa sul metodo tutoriale e che avviene principalmente in classe con una comunicazione di tipo sincrono tra docente e studenti (face-to-face).

<sup>119</sup> Si può pensare all'attività di lezione come una costruzione progressiva di concetti e che si avvale di grafici, di schemi, animazioni e così via.



- *documentazione aperta*, la multimedialità può consentire di conservare i prodotti delle classi, permettendo di riprenderli e integrarli a distanza di tempo (anche di anni).

Alla multimedialità come tecnologia di supporto con cui organizzare una didattica di tipo tradizionale, verrà dedicato il capitolo 4.

In questo capitolo desideriamo invece approfondire l'utilizzo della multimedialità nella didattica a distanza per corsi universitari o per la formazione continua.

Uno dei primi esempi di didattica a distanza lo si ha con la creazione della **Open University** che risale al 1969. Inizialmente i processi di apprendimento a distanza erano basati su tecnologie tradizionali (stampa, posta e televisione) e solo gradualmente vennero introdotte componenti tecnologiche di tipo informatico e telematico, anche se spesso con molta gradualità e prudenza. Infatti solo negli anni ottanta il continuo sviluppo della tecnologia dei computer, unito a quello della telematica e delle reti di calcolatori<sup>120</sup>, fa sì che si modifichino i media anche per la didattica a distanza. In questo periodo diventano disponibili numerosi sistemi per teleconferenza (EIES sviluppato presso il New Jersey Institute of Technology, PARTI sviluppato presso la University of Michigan, CoSy sviluppato dalla University of Guelph) e gradualmente molte università iniziarono a sperimentarne il loro uso nella didattica. Fra le prime esperienze varate verso la metà degli anni ottanta, val la pena di citare quella della Open University che utilizzò il sistema CoSy come una risorsa addizionale nell'ambito dei propri corsi (Mason, 1988); quella della Jutland Open University che iniziò ad offrire corsi nel settore della storia dell'arte e dell'archeologia attraverso teleconferenza; e quella della Polytechnic University of New York che diede vita a un sistema di teleconferenza a scopi educativi denominato Connected Education con il quale dal 1985 ad oggi sono stati offerti oltre 100 corsi interamente canalizzati per via telematica (Levinson, 1989).

L'attività didattica che si realizza con i corsi universitari a distanza permette agli studenti di poter usufruire sia di servizi e di tecnologie che permettono di realizzare il modello sincronico: trasmissione in diretta di lezioni televisive, interattività tra studenti e studenti, docenti e docenti, studenti e docenti, sia di materiali, prodotti e strumenti (testi, videocassette, prodotti multimediali). In questo ultimo caso il modello didattico è caratterizzato da un alto livello di flessibilità dell'offerta formativa che permette a chi apprende, cioè allo studente, autonomia didattica, autonomia cognitiva e indipendenza spazio/ tempo.

E' interessante notare che nella didattica a distanza la televisione gioca un importante ruolo.

La televisione viene infatti utilizzata nella sua funzione primaria di ripresa diretta della realtà, in questo caso della lezione universitaria, dove il professore si rivolge ad un pubblico di studenti e ad una classe virtuale, cercando di stimolarli e farli sentire parte attiva del processo di insegnamento-apprendimento, anche se la comunicazione è essenzialmente unidirezionale. La videolezione si presenta come una conversazione didattica guidata, in cui il docente si rivolge allo studente virtuale invitandolo a riflettere e coinvolgendolo anche emotivamente, chiede di prendere appunti, propone delle prove di esercizi e stimola all'autovalutazione ponendo domande inerenti agli argomenti trattati. Gli studenti hanno la possibilità di inviare gli esercizi svolti al docente per fax o posta elettronica e di avere una valutazione sui

---

<sup>120</sup> Alla telematica, alle reti di computer e a Internet verrà dedicato il prossimo capitolo.

risultati. In questo modo il docente ha anche la possibilità di verificare il livello di comprensione che è riuscito ad ottenere con il suo metodo di insegnamento.

Le videolezioni sono lezioni universitarie dove il docente, oltre a trasmettere conoscenze su un dato argomento, indirizza lo studente ad un metodo di studio e di apprendimento e ad una lettura critica dei testi di esame, per questo è essenzialmente legata ad una metodologia didattica tradizionale anche se tiene conto che si utilizza come canale di comunicazione la televisione.

La comunicazione è costruita con diversi linguaggi: oltre a quello orale e gestuale vengono spesso utilizzati materiali didattici come grafici, lucidi, diapositive ed esperimenti filmati che permettono di rendere più efficace il messaggio visivo. Questo nuovo modello ha comportato una serie di modifiche e di accorgimenti rispetto all'insegnamento tradizionale: l'insegnamento attraverso la televisione ha costretto i docenti ad individuare un nuovo modo di esporre, di sintetizzare, di presentare le conoscenze; ad ideare una nuova tipologia del libro collegata anche graficamente alle loro lezioni video, ad essere autori oltre che di libri anche di software interattivi, ipertesti, prodotti multimediali. I professori hanno imparato a comunicare il sapere attraverso nuovi linguaggi: quello dell'immagine e quello informatico, cioè quei linguaggi con cui i giovani di oggi più facilmente apprendono ed interagiscono.

Le tecnologie, infatti, non sono state inserite nell'attività didattica dell'università in modo passivo, ma sono penetrate in modo attivo, diventando i nuovi strumenti di lavoro degli insegnanti<sup>121</sup>.

Per quanto riguarda le modalità di apprendimento è interessante notare come la stessa lezione universitaria, registrata e offerta allo studente secondo criteri generalmente tradizionali, subisce una grossa variazione nella fruizione grazie all'uso di una tecnologia particolarmente diffusa e matura: il videoregistratore.

Attraverso il videoregistratore, è possibile per lo studente scegliere le modalità e i tempi del proprio apprendimento. Una lezione videoregistrata permette di poter ritornare su zone oscure del discorso, rivedendo lo stesso passaggio e usufruire di una stessa spiegazione quante volte si desidera.

Il videoregistratore permette di attuare una forma intermedia di interazione: l'aspetto prettamente unidirezionale della comunicazione tra il professore in video e lo studente a casa è mediato, infatti, dalla possibilità per lo studente di interrompere la lezione, di ritornare sui passaggi meno comprensibili, di prendere appunti fermando l'immagine, di costruirsi un proprio percorso attraverso la lettura di una o più lezioni secondo i punti che maggiormente lo interessano. Le possibilità di fruizione di una lezione videoregistrata sono quindi sostanzialmente differenti da quelle di uno studente tradizionale che può seguire le lezioni solo in tempo reale.

La televisione ha permesso che le università diventassero distributrici di una cultura scientifica ed accademica rivolta a masse di utenza eliminando privilegi e squilibri sociali e regionali rispetto alla cultura e al sapere, amalgamando competenze e professionalità (Garito, 1996).

Come abbiamo già affermato in precedenza, la didattica a distanza ha subito anch'essa delle modifiche influenzate dall'evoluzione tecnologica. Si è passati dal

---

<sup>121</sup> E' interessante notare che questa esperienza ha fatto riflettere molto sui modi di comunicare il sapere, quindi sulla didattica universitaria. I professori si sono esposti al giudizio non solo degli studenti, ma di tutte le persone che hanno scelto di seguire per televisione le lezioni. E' la prima volta che l'attività didattica viene valutata e giudicata pubblicamente, fuori dalle aule universitarie.

monomedium alla multimedialità per giungere alla ipermedialità. L'ipermedialità è strettamente connessa al concetto di ipermedia.

Un *ipermedia*<sup>122</sup> è un ipertesto<sup>123</sup> in cui all'interno si trovano, oltre al codice testuale, altri codici di comunicazione (filmati, animazioni, etc.).

Questa parola nasce infatti dalla fusione dei termini **IPER**testo e multi**MEDIA** ed è grazie agli ipermedia che la didattica potrà trarre i maggiori benefici che le nuove tecnologie offrono. E' facile pensare un ipermedia come la somma di un ipertesto e di multimedia oppure come sinonimo di multimedia che presenta legami ipertestuali.

In realtà non si tratta di una semplice somma, l'ibrido che è scaturito è una nuova specie, in cui le parti non si sommano ma (utilizzando una metafora matematica) si moltiplicano (Bellucci, 1994).

Non

**IPER(TESTO) + (MULTI)MEDIA**

Ma

**IPER(TESTO) x (MULTI)MEDIA**

La caratteristica fondamentale e definitoria dei sistemi ipermediali è quella di permettere la costruzione di strutture comunicative che rispecchiano direttamente le strutture dei campi di conoscenza che essi veicolano.

Gli ipermedia consentono di collegare e intrecciare repertori visivi, sonori, audiovisivi (brani scritti e orali, immagini fisse e in movimento, musiche, spezzoni di filmato etc.) all'interno di uno spazio che non prevede limiti, al di fuori di quelli rappresentati dalla propria capacità creativa e immaginaria e dalle risorse tecniche del mezzo che viene di volta in volta utilizzato. L'ipermedialità ha inoltre permesso lo sviluppo di capacità comunicative che fino a pochi anni fa erano impensabili; infatti l'integrazione dei media in ipermedia non consiste nella presenza di nodi ipertestuali appartenenti a media diversi, ma nel mutuare da altri media non testuali proprio un'organizzazione strutturale della comunicazione. Questa caratteristica permetterà di costruire delle strutture di comunicazione "adatte" e, cioè, il più possibile isomorfe a quelle del campo di conoscenza da veicolare<sup>124</sup>.

Lo scopo di questo capitolo è di far comprendere l'importanza che la multimedialità ha assunto nella didattica a distanza. Nel paragrafo 2 presenteremo diverse

---

<sup>122</sup> "Hypermedia is often described as a computer based method of nonsequential reading and writing - a technique with which chunks, or nodes, of information can be arranged and rearranged according to an individual's needs, previous knowledge, curiosities, etc." (Borsook, Higginbotham-Wheat, 1992).

<sup>123</sup> Un ipertesto è spesso definito come un testo "non lineare", ossia un testo in cui le informazioni non vengono fornite sequenzialmente, ma sono collegate tra loro attraverso una serie di legami "non lineari" (Conklin, 1987). Il precursore del concetto di ipertesto fu Vannevar Bush, direttore capo dell'Ufficio per la Ricerca e lo Sviluppo Scientifico degli Stati Uniti. Durante i suoi lavori egli lamentò le difficoltà che uno studioso incontra nel passare in rassegna le pubblicazioni e i risultati delle ricerche di altri studiosi. Bush immaginò una macchina, pensata come un sistema di immagazzinamento e accesso delle informazioni, denominata "Memex" (Memory extension) nella quale "un individuo registra i propri libri, il proprio archivio, e le proprie comunicazioni personali, e che è meccanizzato in modo da poter essere consultato con eccezionale velocità e versatilità" (Bush, 1945).

La parola "ipertesto" fu coniata solo nel 1965 da Theodor Nelson; l'idea alla base è sempre quella di legare in maniera trasversale, definibile a piacere, unità di testo anch'esse specificabili a piacere (Nelson, 1990).

<sup>124</sup> Questo importante aspetto verrà ripreso e approfondito nei prossimi capitoli.

ricerche che hanno coinvolgono la didattica a distanza e la multimedialità; mentre nel paragrafo 3 introdurremo un'esperienza personale di didattica a distanza attraverso moduli ipermediali che introducono la strumentazione elettronica di base.

## **2. Stato dell'arte sulle ricerche didattiche che coinvolgono la multimedialità nella didattica a distanza**

### **2.1 All'estero**

Nel periodo in analisi vi sono molti progetti che si occupano della multimedialità inserita in una didattica a distanza.

Ad esempio l'amministrazione degli Stati Uniti, in particolare il presidente Bill Clinton ed il vicepresidente Al Gore hanno preso una forte posizione a favore dell'introduzione delle nuove tecnologie nella scuola dall'asilo alla fine della secondaria (K to 12)<sup>125</sup>. I principi che stanno alla base del progetto sono i seguenti:

- L'accesso uguale per tutti all'uso delle nuove tecnologie didattiche (Access and Equity Issue); l'accesso è infatti riferito a tutte le scuole: urbane, rurali o svantaggiate.
- Lo sviluppo professionale (Professional Development Issue) incentivato proprio dalla introduzione delle nuove tecnologie;
- Contenuto e software (Content and Software Issue) che riguardano un approccio all'insegnamento e all'apprendimento, nonché nuove tecniche di valutazione;
- Infrastrutture e finanziamenti (Infrastructure and Financing Issue).

Per attivare queste innovazioni le scuole e i distretti scolastici statunitensi si sono avvalsi dell'aiuto di alcune fra le quali la Microsoft, la Apple, la Bell Atlantic, la IBM (Tamponi, 1996).

Un interessante esempio inserito in questo contesto è il progetto didattico **Interactive Multimedia Trial – Distance Learning** sostenuto dalla Bell Atlantic e dal Board of Education del New Jersey. Con questo progetto si intende sviluppare un accesso centralizzato all'informazione e all'apprendimento interattivo a distanza. Uno degli obiettivi principali è la formazione di un curriculum che favorisca lo sviluppo del pensiero, del ragionamento e delle abilità integrate e collaborative attraverso le varie discipline. La comunità in cui il progetto si è inserito è quella costituita da immigrati di lingua ispanica non parlanti inglese. Si tratta quindi di un ambiente non favorevole, dove i tassi di abbandono scolastico sono alti e quelli di alfabetizzazione sono bassi. Genitori, insegnanti, studenti e amministrativi sono stati forniti di personal computer collegati in rete, in modo da poter comunicare tra loro tramite la posta elettronica. Uno degli obiettivi principali del progetto è rendere partecipi e attivi i genitori. A scuola sono stati organizzati seminari per aggiornare i partecipanti al progetto all'uso del computer. Il fatto che i computer siano collegati tra loro permette alla comunità scolastica di sfruttare le risorse esterne e di essere costantemente collegata con diverse fonti di informazione, sia audio che video. Questo approccio, che utilizza il continuo supporto dei professori e la collaborazione delle famiglie, ha permesso quasi di annullare il tasso di abbandono scolastico. Il computer come strumento di comunicazione ha creato un forte legame tra tutti i membri della scuola e della comunità. E' inoltre da sottolineare che gli studenti coinvolti nel progetto hanno avuto dei risultati scolastici positivi.

---

<sup>125</sup> Report of the Secretary's Conference on Educational Technology, *Making it happen*, Office of Educational Technology, U.S. Department of Education, 1995.

Un altro interessante esempio di didattica a distanza con supporti multimediali è la **Multimedia Teleschool**<sup>126</sup>. La Multimedia Teleschool (MTS) è un progetto europeo che ha come obiettivo l'applicazione di tecnologie avanzate per l'apprendimento all'interno di grandi organizzazioni. Questo progetto è finanziato dalla Commissione Europea in base al programma per le tecnologie avanzate per l'apprendimento (DELTA)<sup>127</sup>.

Il progetto offre corsi commerciali nelle seguenti materie:

- lingue,
- formazione ambientale,
- telecomunicazioni,
- processi industriali alimentari.

Nel periodo 1993-1995, la MTS conta circa 500 allievi all'interno di società, enti e strutture educative nell'Unione Europea, in Scandinavia, Russia e il loro numero salirà a circa 1500 durante i tre anni di vita del progetto. Il progetto è coordinato dalla Berlitz European Projects (Francoforte) e coinvolge gruppi quali la France Telecom; Deutsche Telekom; la SNVBanque, Francia; DeTeMobil, Germania; la Bank of Agriculture of Greece; la Ovemi, Svezia; l'Ammatti-Instituti, Finlandia; la Dow Chemical; la Exxon; l'Ericsson; la Sweedish PTT e la British Airports Authority. I corsi e le tecnologie vengono erogati da un insieme di aziende e istituti di livello universitario disseminati in tutta Europa (Davies, 1996). Gli elementi principali che costituiscono la Multimedia Teleschool sono la televisione satellitare interattiva in diretta tramite trasmissioni via satellite con feedback in diretta dallo studio ARTE di Strasburgo, la videoconferenza, il telefono, il fax, computer conferencing. Questa infrastruttura costituisce la base del sistema di erogazione alle aziende della MTS (Reif, 1993).

La Multimedia Teleschool fa riferimento a una metodologia progettuale, denominata **Learning Network Design** (LND ossia Progettazione di Reti per l'Apprendimento), che è derivata dalla metodologia di progettazione *Soft system* di Checkland e adeguata alla progettazione di *sistemi accoppiati in maniera flessibile*<sup>128</sup>.

L'approccio utilizzato nel progetto Multimedia Teleschool ha permesso di :

- suggerire una pedagogia socio-costruttivista, focalizzata sul ruolo della comunicazione e il suo coordinamento;
- sostenere che le tecnologie sono mezzi di comunicazione;

---

<sup>126</sup> Il progetto è finanziato dalla Commissione Europea in base al programma per le tecnologie avanzate per l'apprendimento DELTA.

<sup>127</sup> In base al Piano di Lavoro, il primo obiettivo del Programma DELTA è quello di sviluppare "tecnologie e sistemi fatti su misura per la progettazione (Cullen, 1996), la distribuzione e l'erogazione di materiale didattico" con la priorità di:

- soddisfare le esigenze dell'utente;
- incoraggiare l'utente ad esprimere i propri bisogni ed affrontarli;
- mettere a punto strategie di apprendimento interattivo;
- potenziare la trasferibilità (dell'insegnamento e della formazione) a soggetti con esigenze e culture diverse.

<sup>128</sup> Come afferma lo stesso Checkland "Per metodologia, io non intendo metodo... Il significato che gli attribuisco in questo caso è che il risultato della ricerca non è un metodo, ma un insieme di principi che, per ogni situazione particolare, devono essere ridotti a un metodo unicamente adatto a quella particolare situazione." (Checkland, 1979).

- sviluppare una coerente metodologia di progettazione orientate verso la comunicazione.

La metodologia LND, applicata a un particolare contesto, genera un metodo localizzato di progettazione che risulta adeguato a quel contesto specifico. In questo modo la progettazione non è solo quella dei componenti tecnici dei sistemi di apprendimento, ma interessa anche la progettazione complessiva degli ambienti e dei parametri<sup>129</sup> delle azioni al loro interno.

La metodologia Learning Network Design gestisce inoltre questi parametri in maniera tale da porre l'accento sulla progettazione di strutture di comunicazione che supportano i processi di insegnamento e di apprendimento. La prossima tabella di figura 6 illustra come applicare in modo schematico la metodologia LND per individuare processi di comunicazione adeguati nel caso di un corso di lingua a distanza.

	Contesto	Gruppo	Individuo
<b>Comunicazione</b>	Metafora costruita: scuola di lingua virtuale	Gruppi chiusi con l'orientamento sulle attività	Modello della scrittura
<b>Coordinamento</b>	Aule seminari	Strutture dell'apprendimento guidate dall'insegnante	Interazione in gruppi
<b>Ruoli</b>	Insegnante, allievo, amministratore	Dal contesto e dal mantenimento del gruppo	Conduzione di un ruolo dinamico

Figura 6. Tabella che illustra come applicare in modo schematico la metodologia LND.

In questo paragrafo abbiamo presentato alcuni progetti che coinvolgono la multimedialità nella didattica a distanza.

Nel prossimo paragrafo analizzeremo invece un importante esempio di didattica a distanza realizzato in Italia.

<sup>129</sup> Come afferma Davies (1996): "I parametri LND sono:

1. **Metodologia Generica:** i problemi sono spesso generici, ma le soluzioni sono generalmente locali. LND pertanto è più una metodologia che un metodo: potrebbe generare diversi metodi reali situati in una dimensione culturale (sia in una dimensione più ampia, nazionale o regionale, sia in una locale, ad esempio, un'organizzazione).

2. **Metodologia mirata a soluzioni per l'apprendimento in situazioni cooperative:** per consentire il processo di apprendimento in gruppo;

3. **Metodologia graduale:** può affrontare una coppia (discente e insegnante) o persino la complessità organizzativa di un grosso erogatore di formazione con diverse migliaia di studenti;

4. **Metodologia semplice e strutturata:** consiste in pochi elementi ed è quindi facilmente utilizzabile da parte degli erogatori dei corsi. LND si occupa della progettazione di 'ambienti virtuali di apprendimento', cioè facilita la creazione di strutture di comunicazione integrata, e di strumenti che fungono da supporto negli ambienti di apprendimento a distanza."

## 2.2 In Italia

In Italia, l'esempio più famoso per l'applicazione della multimedialità nella didattica a distanza è il Consorzio NET.T.UN.O.<sup>130</sup>

Il Consorzio NET.T.UN.O. nasce con la legge sugli ordinamenti didattici universitari del 19 novembre 1990 n. 341, grazie alla quale l'università a distanza in Italia può contare su un quadro di riferimento istituzionale.

La legge offre la possibilità alle università di sviluppare un nuovo modello formativo caratterizzato sia dall'istituzione del diploma di primo livello universitario, che dall'arricchimento delle modalità dei processi formativi<sup>131</sup> (Garito, 1996). Il Consorzio, nato nel 1992, era costituito inizialmente da solo 3 università e 5 aziende (come illustrato in figura 7).

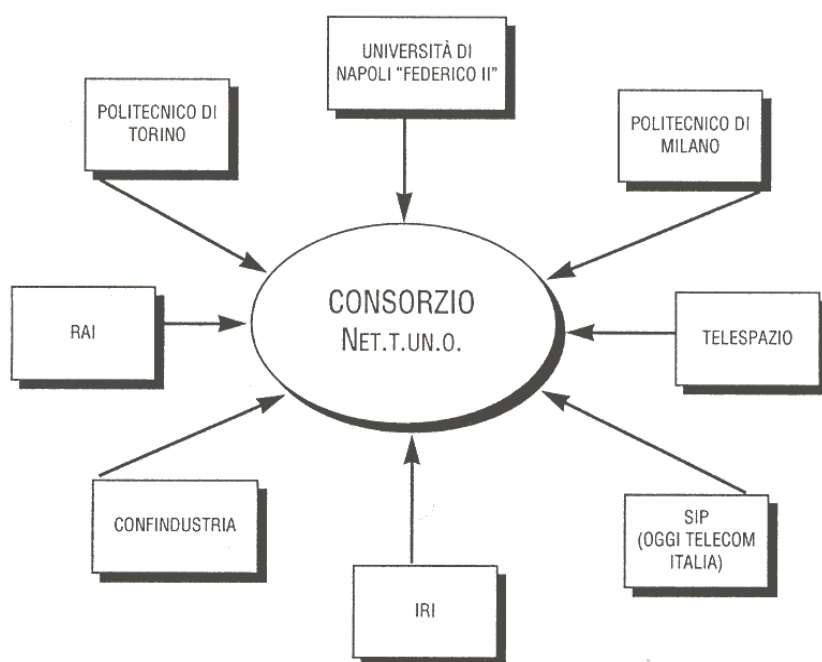


Figura 7. Componenti iniziali del consorzio NET.T.UN.O.

In solo tre anni si passa da 3 a 24 università<sup>132</sup> e alle aziende iniziali si aggiungono 11 Poli Tecnologici.

<sup>130</sup> L'acronimo NET.T.UN.O. significa NETwork Teledidattico UNiversità Ovunque.

<sup>131</sup> Infatti, l'articolo 11 comma 3 prevede l'insegnamento a distanza tra le modalità didattiche proprie delle università. In particolare si cita che: "nell'ambito del piano di sviluppo dell'università, tenuto anche conto delle proposte delle università deliberate dagli organi competenti, può essere previsto il sostegno finanziario ad iniziative di istruzione universitaria a distanza, attuate dalle università anche in forma consortile, con il concorso di altri enti pubblici e privati, nonché a programmi e a strutture nazionali di ricerca relative al medesimo settore. Tali strutture possono essere costituite con decreto del Ministro dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica di concerto con il Ministro del Tesoro".

<sup>132</sup> Politecnico di Bari, il Politecnico di Milano, il Politecnico di Torino e le Università di L'Aquila, Bologna, Camerino, Cassino, Firenze, Genova, Lecce, Milano, Modena, Napoli "Federico II", la Seconda Università di Napoli, Padova, Parma, Pisa, Roma Tor Vergata, Salerno, Siena, Torino, Trento, Trieste, Viterbo "La Tuscia".

Gli obiettivi generali del Consorzio sono:

- creare uno spazio per l'istruzione e la formazione con caratteristiche di alta qualità e di grande capacità di innovazione, nei contenuti e nei metodi;
- offrire un servizio formativo che rimuova all'utenza i vincoli di tempo e di luogo e favorisca l'accesso e la partecipazione sia individuale che di gruppo;
- utilizzare le "autostrade di telecomunicazione", costruite attraverso i satelliti, le TV via cavo, le reti informatiche e telematiche e prodotti multimediali, per attivare nuovi legami tra università e industria e nuovi processi di insegnamento apprendimento o nuovi sistemi di valutazione;
- adoperare le tecnologie come strumenti per stimolare la creazione di nuovi prodotti di formazione, nuovi modelli istituzionali di insegnamento a distanza e nuovi modelli di comunicazione e di interazione tra soggetti di culture diverse;
- attivare programmi di ricerca che consentano di individuare metodologie appropriate anche al fine di utilizzare nel modo più soddisfacente le risorse offerte da una tecnologia in rapida evoluzione.

In particolare il Consorzio NET.T.UN.O. si pone l'obiettivo di realizzare un modello di insegnamento a distanza che permetta di offrire pari opportunità di formazione a tutte le diverse tipologie di studenti. Per gli studenti a distanza i docenti universitari adempiono a tutte le funzioni previste per gli studenti regolari più altre ancora specifiche della funzione di insegnante a distanza. E' inoltre compito del docente a distanza la progettazione e preparazione delle lezioni da svolgere in video e la preparazione di materiali di supporto alle lezioni video, come testi e software, risposte ai quesiti posti dagli studenti a distanza, esercitazioni svolte sia faccia a faccia sia in via telematica usando le reti ISDN e collegamento con Internet<sup>133</sup>, valutazioni ed esami finali. Tutte queste attività vengono coordinate fra docenti non di una sola università, ma di tutte le università che fanno parte del consorzio<sup>134</sup>.

L'organizzazione del consorzio NET.T.UN.O. è articolata in strutture<sup>135</sup> che sono: il Centro Nazionale, i Poli Tecnologici, le Stazioni di Lavoro "a Domicilio", i Centri Tecnologici Universitari e le Università Erogatrici. (come illustrato in figura 8).

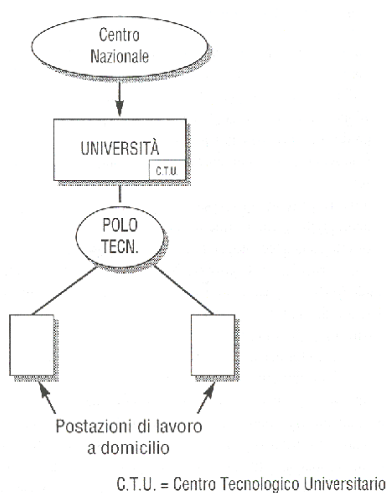


Figura 8. Strutture che compongono il consorzio NET.T.UN.O.

<sup>133</sup> L'importanza di Internet nella didattica verrà presentata nel prossimo capitolo.

<sup>134</sup> Questo è sicuramente l'elemento più innovativo, in quanto permette di coinvolgere i docenti maggiormente disposti all'innovazione e i docenti migliori, in un progetto didattico collegiale.

<sup>135</sup> Queste strutture si modificano di anno in anno (ndr).



Il *Centro Nazionale* ha la funzione di coordinare le attività didattiche ed organizzative delle strutture decentrate delle singole università preposte all'erogazione dei corsi a distanza, predispone inoltre sistemi di banche dati e collegamenti telematici tra sedi centrali e Poli Tecnologici, coordina la produzione delle videolezioni e dei materiali multimediali interattivi, promuove programmi di ricerca relativi alle tecnologie didattiche applicate ai processi di insegnamento e apprendimento a distanza.

I *Poli Tecnologici* sono invece strutture didattiche allestite all'interno delle università o delle aziende. Esse hanno le funzioni di offrire un insieme di servizi agli studenti a distanza, per questo i poli sono aperti anche di sera ed in alcuni casi rimangono aperti 24 ore. I Poli Tecnologici erogano servizi indirizzati agli studenti<sup>136</sup> e ai tutors<sup>137</sup>.

La *stazione di lavoro a domicilio*, a disposizione dello studente, può contenere le seguenti apparecchiature: videoregistratore, televisore, computer<sup>138</sup>, stampante, modem e telefono. Con la stazione di lavoro gli studenti possono autogestire il loro processo di apprendimento con molta autonomia e flessibilità, senza essere legati a vincoli di tempo e a ritmi scelti da altri<sup>139</sup>. E' possibile però interagire con gli altri

---

<sup>136</sup> I servizi indirizzati agli studenti sono:

- esercitazioni e tutorati faccia a faccia svolti da ricercatori o professori universitari;
- utilizzo di strumenti informatici multimediali di tipo avanzato;
- seminari in audio-video conferenza;
- esercitazioni di gruppo "multi-sito" con la supervisione di tutors remoti;
- videoteca contenente le registrazioni dei filmati di tutte le lezioni trasmesse;
- raccolta di tutto il materiale relativo al corso: dispense, software didattico testi, esercizi;
- valutazione ed esami.

<sup>137</sup> I servizi indirizzati ai tutor sono:

- banca dati studenti contenente i curricula e i piani di studio di tutti gli studenti attribuiti al tutor insieme ad altri dati pertinenti (statistiche di utilizzo del sistema, risultati delle esercitazioni, risultati degli esami, ecc.);
- possibilità di agire come "moderatore" di "seminari telematici";
- raccolta automatica dei quesiti posti dagli studenti con la possibilità di risposta per posta elettronica;
- possibilità di alimentare una "base dati quesiti";
- gestione delle richieste di colloqui individuali o di gruppo;
- possibilità di redigere e diffondere questionari, test ed esercitazioni rivolti ai propri studenti con gestione automatica dell'eventuale feedback;
- possibilità di creare e gestire "bacheche elettroniche" contenenti informazioni rivolte agli studenti;
- accesso a dati di carattere amministrativo;
- possibilità di scambiare informazioni con altri tutors mediante posta elettronica.

<sup>138</sup> Il computer in dotazione agli studenti a domicilio dovrà essere dotato del software necessario e dei programmi, che sarà distribuito e aggiornato per via telematica.

<sup>139</sup> I servizi indirizzati allo studente a domicilio sono i seguenti:

- ricezione delle videolezioni;
- possibilità di porre domande al docente per via telefonica e/o telematica;
- interrogazione di una base dati di materiale didattico (lezioni CBT- multimediali, dispense, materiale bibliografico, esercitazioni con autovalutazione oppure per la valutazione da parte del tutor);
- prenotazione, ricezione e memorizzazione sulle stazioni di lavoro locale di materiale didattico contenuto nella base dati centrale;
- accesso a "seminari telematici";
- possibilità di porre quesiti al tutor mediante posta elettronica;
- accesso ad una base dati di risposte a quesiti precedentemente posti da altri studenti.

studenti, con i tutors o con i docenti dei corsi in tempo reale in via telefonica ed in via telematica, o in differita utilizzando il fax e la posta elettronica<sup>140</sup>.

I *Centri Tecnologici Universitari*, istituiti presso gli Atenei consorziati, hanno come scopo quello di produrre e, quindi, videoregistrare le lezioni da trasmettere in televisione.

La strategia adottata per la produzione dei corsi video è stata quella di creare all'interno dell'Università delle strutture di produzione molto leggere. Si sono infatti attrezzate delle normali aule universitarie con tutti gli strumenti per filmare le lezioni e con tecnologie multimediali che consentono al docente, con comandi molto semplici, di utilizzare autonomamente un'ampia gamma di strumenti come la lavagna elettronica, il videoregistratore, il personal computer.

In questo modo il professore può costruire una lezione in cui l'uso delle tecnologie si integra con il contesto e diventa ad esso funzionale. L'idea che sta alla base della scelta di questo modello produttivo è che per riprendere le lezioni universitarie non è necessario ricostruire sofisticati modelli degli studi televisivi, perché il linguaggio dell'immagine, che si deve realizzare con le videolezioni, deve essere molto semplice e lineare, una semplicità che abitui il telespettatore ad adoperare la televisione come uno strumento che sviluppi non solo l'apprendimento passivo ed emotivo dei fatti, ma anche il senso critico sulle conoscenze, una televisione quindi che non solo dà emozioni ma fa anche pensare (Garito, 1996).

Tutta la produzione dei corsi video è coordinata dal Centro Nazionale.

Ogni corso videoregistrato viene inviato dai centri di produzione delle singole università alla sede del Centro Nazionale, che svolge un lavoro di controllo e di verifica della qualità tecnica (sonoro, illuminazioni, qualità dei grafici utilizzati, animazioni, durata) di tutte le videoregistrazioni e del tipo di comunicazione didattica realizzata, al fine di garantire alla RAI<sup>141</sup> lo standard necessario per la messa in onda nei canali nazionali. Il decentramento della produzione realizzata all'interno dei Centri Tecnologici delle diverse università consorziate, ha permesso al Consorzio non solo di aumentare notevolmente la produzione ma anche di contenere i costi produttivi a livelli bassissimi. In pochissimi anni la produzione è aumentata notevolmente: si è passati dai 9 corsi video del 1993 per un totale di 320 videolezioni ai 51 corsi video del 1995.

I corsi a distanza sviluppati all'interno del Consorzio NET.T.UN.O. sono diretti al personale delle imprese, in particolare, in questi primi anni, quelle operanti nei campi delle telecomunicazioni, dell'informatica, dell'elettronica di consumo, che siano geograficamente vicine alle sedi delle università consorziate<sup>142</sup>. Le aziende hanno in questo modo la possibilità non solo di far fronte alle esigenze formative e/o di aggiornamento del personale, ma anche di offrire ai propri dipendenti l'opportunità di proseguire gli studi universitari per conseguire un titolo accademico che potrà essere utilizzato anche ai fini dell'avanzamento di carriera.

---

<sup>140</sup> La comunicazione può avvenire sia in modo asincrono, sia in modo sincrono (comunicazione telefonica).

<sup>141</sup> Radio Televisione Italiana.

<sup>142</sup> Le aziende possono allestire, nella propria sede o in zone vicine, uno spazio attrezzato per la ricezione, la videoregistrazione, l'archiviazione e la consultazione dei corsi teledistribuiti, dotandole, inoltre, di postazioni informatico/telematiche per comunicare con le università ed i Poli Tecnologici.

La prossima figura 9 illustra le attività delle strutture che costituiscono il Consorzio NET.T.UN.O.

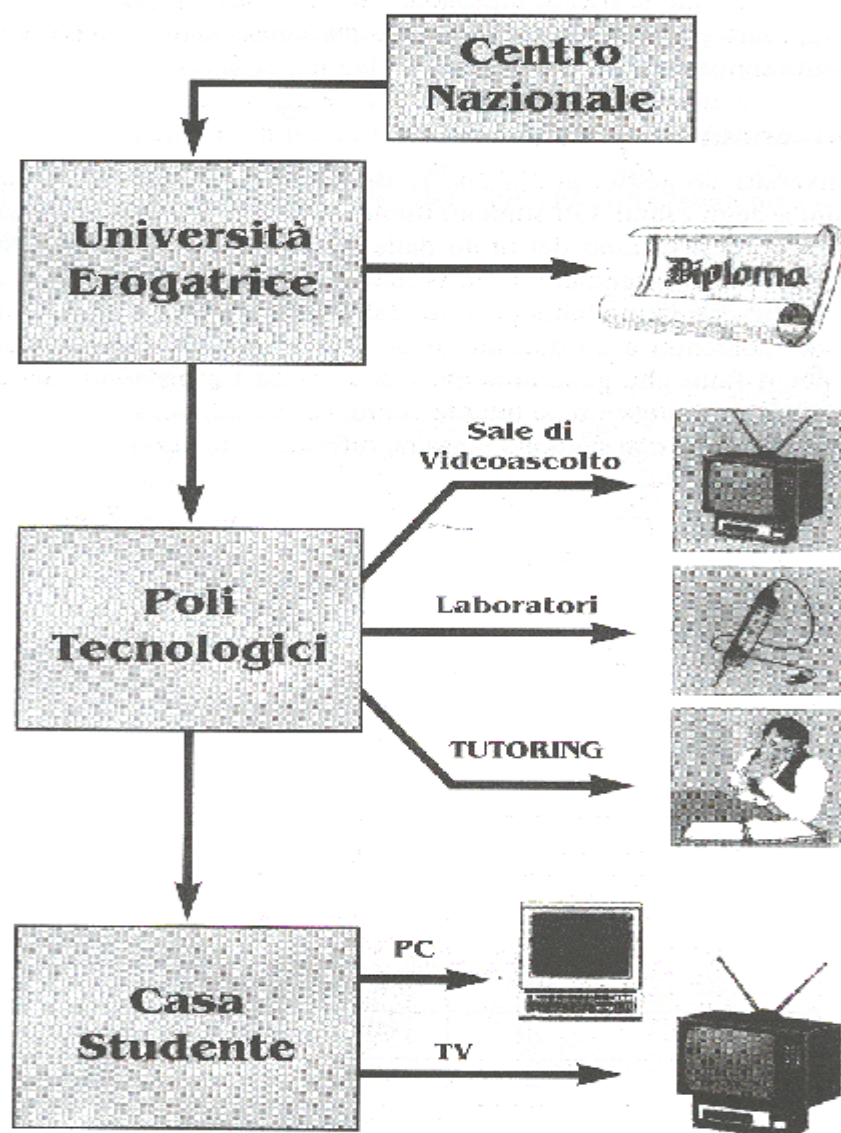


Figura 9. Le attività delle strutture che rappresentano il Consorzio NET.T.UN.O.

L'attività didattica del Consorzio NET.T.UN.O. è coordinata dal Centro Nazionale, tramite Commissioni Didattiche per diploma, composte da un minimo di 3 professori afferenti alle università consorziate e alle aree tematiche che caratterizzano il Diploma<sup>143</sup>. Le Commissioni didattiche definiscono:

- il piano degli studi;
- l'ordinamento didattico generale;
- le modalità di erogazione dei corsi e degli altri servizi didattici;
- le modalità di svolgimento delle esercitazioni pratiche e degli esami e scelgono i professori titolari dei corsi video.

<sup>143</sup> La durata del corso di studi è di tre anni.

Il modello didattico che ne scaturisce è il frutto della collaborazione tra diverse realtà universitarie ed in alcuni casi è anche il risultato di discussione con il mondo imprenditoriale.

Le lezioni vengono erogate sotto forma di lezioni televisive .

Le videolezioni<sup>144</sup> costituiscono uno degli elementi caratterizzanti del processo dell'insegnamento e apprendimento a distanza: "il corso pre-prodotto".

Ogni modulo didattico è composto da 40 ore di videolezioni, trasmesse tutte le notti dalle reti televisive nazionali di RAI 1 e RAI 2 dalle 2 alle 6,30 del mattino, e da 15 ore di esercitazioni e tutorato.

Il tutor, oltre ad offrire attività di esercitazioni di supporto alla didattica, attiva rapporti interattivi tra studenti e docenti e rapporti individualizzati, basati su incontri personali, all'interno di strutture universitarie tradizionali (Poli Tecnologici), e per iscritto tramite posta elettronica, per fax, per telefono, per computer-conference e videoconference.

Il modello di insegnamento a distanza proposto dal Consorzio NET.T.UN.O., considera quindi il sistema a distanza come comprensivo di attività in cui lo studente studia da solo ed attività che lo portano in contatto con altre persone.

Si tratta quindi di un modello misto che comprende esperienze offerte da un insegnamento svolto con le nuove tecnologie ed un auto-apprendimento arricchito dall'uso delle nuove tecnologie, con momenti in cui l'insegnamento-apprendimento avviene in modo ancora tradizionale, secondo il rapporto di interazione e comunicazione bidirezionale, faccia a faccia. Con questo modello si riesce a raggiungere la difficile sintesi tra interazione ed indipendenza.

I corsi offerti dal consorzio NET.T.UN.O. si basano principalmente su videolezioni. Nel prossimo paragrafo presenteremo un progetto didattico , inserito nei corsi offerti da NET.T.UN.O., in cui si introduce la strumentazione elettronica mediante moduli ipermediali.

### **3 Il progetto didattico del Ladimu (Laboratorio di Didattica Multimediale) del Politecnico di Torino: "Moduli ipermediali per l'apprendimento a distanza della strumentazione elettronica di base"**

Il progetto didattico realizzato dal Consorzio NET.T.UN.O. ha sviluppato anche un tipo di "laboratorio virtuale" per le materie tecniche in cui è necessaria un'intensa attività di laboratorio. Nel settore dei laboratori di base, si è realizzato ad esempio un laboratorio virtuale di elettrotecnica che offre un insieme di esercitazioni guidate.

Il progetto prevede la realizzazione di un ciclo di esercitazioni per il Corso di Elettrotecnica, realizzate su personal computer simulando, in modo interattivo, sia la strumentazione che il particolare circuito in esame. Nel prototipo, che è stato già realizzato<sup>145</sup> l'allievo viene guidato, inizialmente, mediante una serie di filmati in cui il docente ricorda le principali caratteristiche del circuito e le diverse metodologie di analisi, invitando l'allievo stesso, ogni volta, a verificare personalmente utilizzando gli strumenti interattivi che vengono offerti. Dopo la parte teorica l'allievo viene introdotto nel *laboratorio virtuale*, per fare pratica sui diversi strumenti messi a disposizione: nel caso particolare, alimentatori, componenti variabili ed un oscilloscopio completamente

---

<sup>144</sup> I professori, scelti come titolari, videoregistrano tutte le lezioni del corso presso i Centri Tecnologici Universitari allestiti nelle varie sedi (ndr).

<sup>145</sup> Si tratta di un circuito RLC in serie.

interattivo. L'esperienza sviluppata per il laboratorio virtuale di elettrotecnica è stata di spunto a Umberto Pisani<sup>146</sup>, per sviluppare un corso ipermediale per l'introduzione della strumentazione elettronica di base.

Il progetto, denominato "Moduli ipermediali per l'apprendimento a distanza della strumentazione elettronica di base", è stato sviluppato dal Laboratorio di Didattica Multimediale (LADIMU) del Politecnico di Torino con il contributo di alcuni studenti tesisti in ingegneria elettronica. In questo progetto ho partecipato come consulente ed esperto di didattica dell'elettronica<sup>147</sup>.

### 3.1 Caratteristiche del progetto

L'idea di partenza per lo sviluppo del progetto è quella di fornire agli studenti un valido aiuto per l'introduzione della Strumentazione Elettronica. Spesso, a causa del sovraffollamento dei corsi di ingegneria elettronica, la capienza dei laboratori, la disposizione dei banchi di misura e il personale tecnico di supporto all'attività di laboratorio risultano del tutto inadeguati alle reali esigenze. In laboratorio si imposta un lavoro a gruppi dove gli studenti più intraprendenti lavorano (e imparano); mentre per gli altri c'è il rischio di non raggiungere gli obiettivi minimi di conoscenza degli strumenti. Per questo motivo è nata l'idea di sviluppare dei moduli ipermediali per la spiegazione della strumentazione elettronica e l'emulazione dei pannelli di controllo strumentali tramite il personal computer<sup>148</sup>.

Il quesito a cui si desidera trovare una risposta con questo progetto è il seguente:

**"E' possibile introdurre la strumentazione elettronica di base e imparare ad usarla utilizzando dei moduli ipermediali?"**.

Per rispondere a questa domanda si è costituito un gruppo di lavoro costituito da docenti, ricercatori e studenti tesisti. L'organizzazione del progetto verrà descritta nel prossimo paragrafo.

### 3.2 Organizzazione del progetto

Il gruppo di ricerca è diretto da Umberto Pisani ed è costituito dai tecnici ricercatori Fulvio Cambiotti e Ferdinando Sanpietro, da me e da cinque studenti tesisti in ingegneria elettronica.

Lo scopo del progetto è stato di realizzare:

- dei moduli ipermediali che spieghino la strumentazione elettronica di base;
- delle simulazioni dei pannelli di controllo dei più usati strumenti elettronici;
- della strumentazione elettronica utilizzabile in remoto.

La ricerca è stata suddivisa in tre fasi ben distinte, come illustrato in figura 10.

---

<sup>146</sup> Docente ordinario di Misurazioni Elettroniche presso il Dipartimento di Elettronica del Politecnico di Torino.

<sup>147</sup> Nel periodo in esame sono docente di ruolo di Elettronica presso l'Istituto Tecnico Industriale "L. Cobiانchi" di Verbania (Italia).

<sup>148</sup> Dato che è abbastanza probabile che uno studente disponga a casa di un personal computer, un emulatore di uno strumento di misura elettronico può rivelarsi un buon sistema per apprendere le modalità di utilizzo prima dell'effettivo uso.

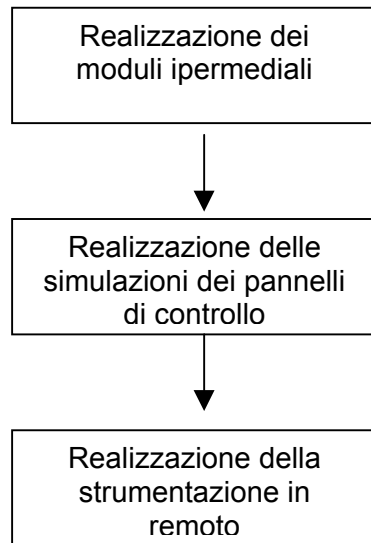


Figura 10. Le fasi del progetto svolto presso il LADIMU

Gli incontri periodici tra i membri che hanno costituito il gruppo di lavoro, hanno avuto particolare importanza per stabilire alcune regole generali per la realizzazione dei singoli moduli ipermediali, come verrà descritto nei prossimi paragrafi.

### 3.2.1 La realizzazione dei moduli ipermediali

L'obiettivo primario di questa fase consiste nella realizzazione di una serie di moduli didattici che illustrano il funzionamento dei principali strumenti di misura utilizzati in campo elettronico. I momenti fondamentali della progettazione di ogni modulo possono essere riassunti nello schema di figura 11.

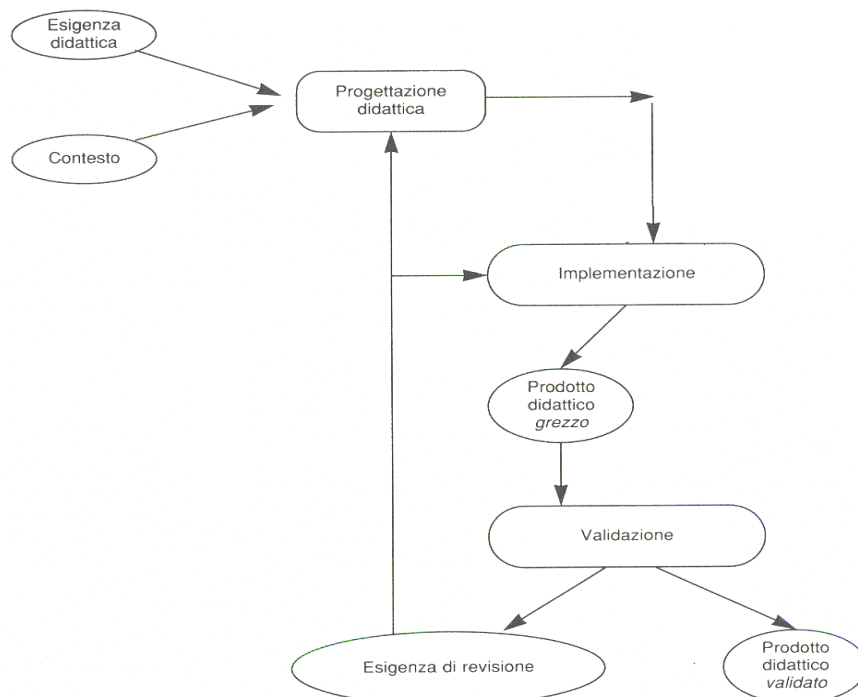


Figura 11. I momenti del processo di sviluppo dei moduli ipermediali.

L'importanza del precedente schema di figura 11 sta nel fatto che è del tutto indipendente dal tipo di tecnologia utilizzata e può applicarsi sia alla progettazione di un testo di autoistruzione sia alla realizzazione di un corso multimediale interattivo. Osservando la figura 11 possiamo identificare i tre momenti fondamentali che sono:

- la *progettazione didattica*;
- l'*implementazione*;
- la *validazione*.

### 3.2.1.1 La progettazione didattica

La *progettazione didattica* si suddivide in ulteriori sotto fasi, come illustrato in figura 12.

**Analisi delle esigenze e del contesto**



**Definizione degli obiettivi didattici**



**Strutturazione dei contenuti**



**Scelta delle strategie didattiche**



**Raccolta delle informazioni**



**Progetto dell'interfaccia**

Figura 12. Sotto fasi in cui si suddivide la fase di Progettazione didattica

Nella fase di *analisi delle esigenze e del contesto*, abbiamo discusso ed analizzato le esigenze per cui i moduli ipermediali venivano realizzati. Nel nostro caso si trattava di rendere possibile l'apprendimento della strumentazione elettronica utilizzando il personal computer come stazione di lavoro.

Il contesto in cui il progetto si inserisce è quello della didattica universitaria a distanza.

Nella fase di *definizione degli obiettivi didattici* abbiamo discusso e stabilito i seguenti obiettivi<sup>149</sup>:

- conoscere gli schemi a blocchi della strumentazione elettronica di base;
- comprendere i principi di funzionamento della strumentazione elettronica di base;
- apprendere ed applicare le tecniche di misurazione elettronica in semplici esperimenti;

---

<sup>149</sup> Gli obiettivi fanno riferimento alla tassonomia di Bloom (Bloom, 1956)

- impratichirsi all'uso di particolari strumenti attraverso la simulazione, via computer, del loro pannello di controllo e delle loro funzioni operative.

Nella fase di *strutturazione dei contenuti* abbiamo prima di tutto stabilito i moduli da sviluppare che sono riferiti alla seguente strumentazione elettronica:

- l'oscilloscopio analogico;
- l'oscilloscopio digitale;
- il voltmetro analogico;
- il voltmetro digitale;
- l'interfaccia standard IEEE-488;
- l'analizzatore di spettro.

Un ulteriore passo è stato quello di stabilire lo strumento concettuale per la rappresentazione dei contenuti. Abbiamo scelto di rappresentare i nostri contenuti attraverso schemi gerarchici.

La figura 13 illustra un esempio organizzazione delle informazioni.

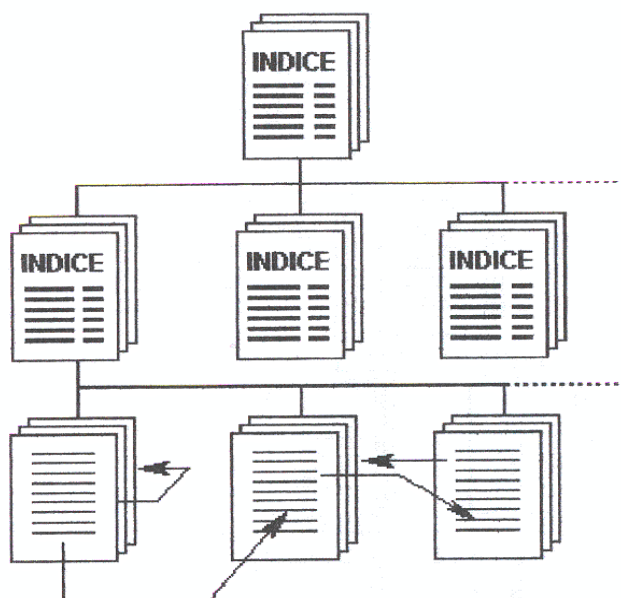


Figura 13. Esempio di organizzazione gerarchica delle informazioni.

Nella fase di *scelta delle strategie didattiche* abbiamo stabilito quali strategie didattiche utilizzare all'interno dei moduli ipermediali.

Su questo punto è importante notare che le possibilità innovative legate alle tecnologie ipermediali possono rappresentare, se ben utilizzate, un arricchimento delle strategie didattiche divenute ormai tradizionali nel settore delle applicazioni dell'informatica alla didattica<sup>150</sup>.

Queste metodologie non vengono rimpiazzate, ma continuano a mantenere la loro validità.

La figura 14 illustra l'utilizzazione delle differenti strategie all'interno dei nostri moduli.

<sup>150</sup> Tutoriale, simulazione, drill & practice.



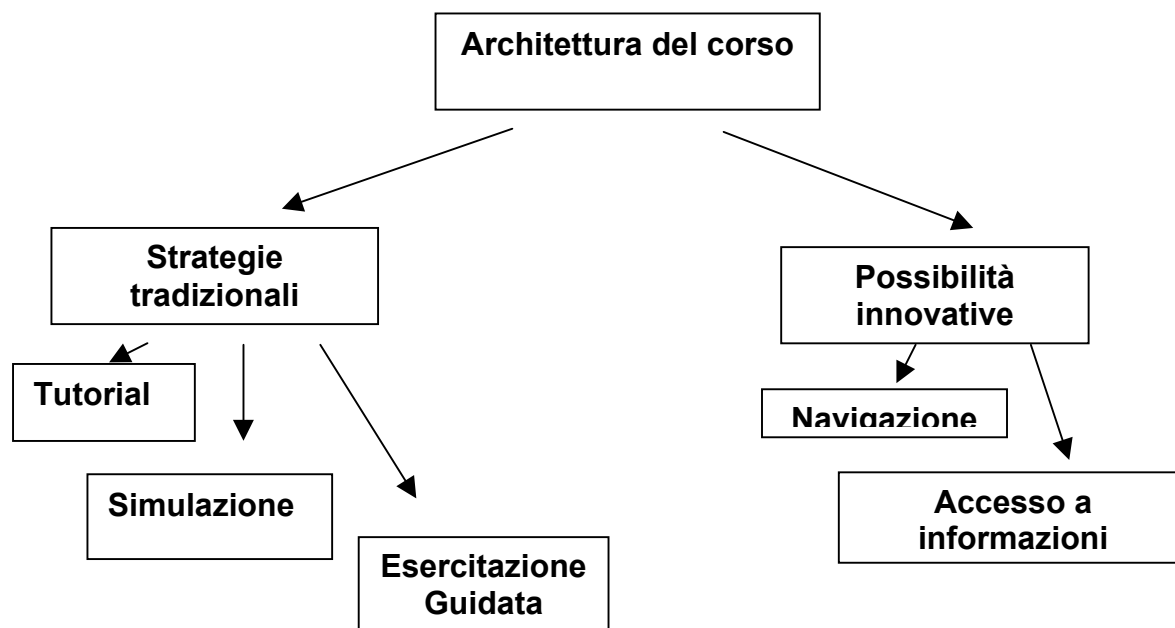


Figura 14 Utilizzazione di differenti strategie all'interno dei moduli.

Nella fase di *raccolta delle informazioni* abbiamo cercato tutte le informazioni che inseriremo nei nostri moduli. Le fonti bibliografiche sono state le dispense del corso, i testi specialistici inerenti la strumentazione elettronica, nonché la manualistica.

Nella fase di *progetto dell'interfaccia* abbiamo stabilito delle regole con cui realizzare tutti i moduli. I motivi che hanno condotto a queste regole, si basano sulla considerazione che nei sistemi didattici l'interfaccia può influenzare l'apprendimento sia dal punto di vista motivazionale sia per il fatto che essa può trasmettere in maniera non verbale dei messaggi che si radicano profondamente negli studenti (Olimpo, 1995).

Per questi motivi abbiamo scelto un'interfaccia che fosse amichevole ("user friendly"). Affinché un'interfaccia utente possa definirsi "buona" deve rispettare quattro fondamentali requisiti :

- *facilità di apprendimento*, ossia il lettore deve poter impadronirsi facilmente del funzionamento della struttura dell'ipertesto;
- *efficienza*, una volta imparato ad usare il sistema si raggiunge un alto grado di produttività;
- *facilità di ricordo*, l'utente può ritornare alla consultazione del documento ipertestuale senza dover imparare di tutto da capo;
- *piacevolezza all'uso*, il fruitore deve essere "piacevolmente soddisfatto" dall'uso del documento.

Per questo motivo è stato importante stabilire, ancor prima della fase di implementazione, i seguenti parametri:

- l'organizzazione di ogni pagina video;
- in che punto della pagina video verranno inserite le immagini;
- in quale punto della pagina è opportuno inserire il testo;
- quali saranno i bottoni che aiuteranno nella navigazione (ad esempio quello di ritorno alla pagina precedente, di ritorno alla pagina principale e così via);
- i colori dello sfondo e dei caratteri;

- le dimensioni dei caratteri (ad esempio Times New Roman 12);
- i tipi di caratteri usati (ad esempio il grassetto per le parti di testo da enfatizzare, il corsivo per i viewer e il testo normale per le rimanenti).

Solo se l'interfaccia utente è amichevole possono diminuire le probabilità di far "naufragare" l'utente nel mare informativo <sup>151</sup>.

La figura 15 illustra l'interfaccia creata per i moduli con i relativi pulsanti.



Figura 15. L'interfaccia con utente

Per l'organizzazione di una pagina video di un ipertesto bisogna pensare se rendere il corrispondente elettronico <sup>152</sup> esatto alla pagina stampata <sup>153</sup>. Questo problema è stato affrontato proponendo due soluzioni:

<sup>151</sup> Questo problema è stato definito da Conklin "lost in hyperspace" (Conklin, 1987). Per evitare questo problema abbiamo utilizzato una mappa per l'orientamento spaziale e una per l'orientamento temporale.

<sup>152</sup> Facendo riferimento a un monitor standard di 14 - 15 pollici.

<sup>153</sup> Per Mario Ricciardi esiste: "una tendenziale impossibilità di ridurre il formato elettronico in formato stampabile: certamente il problema è irrisolvibile se lo si guarda nell'ottica delle tecnologie della riproduzione: cioè con l'ipotesi che si possano riprodurre identici i prodotti di due domini completamente diversi; non si può sperare né in tecnologie né in automatismi; siamo in un campo simile a quello della traduzione. L'equilibrio soddisfacente può essere raggiunto solo se si è consapevoli che il passaggio dall'uno all'altro campo comporta perdite e necessita di regole e interventi ermeneutici da parte degli esseri umani: è un punto ancora a favore del potenziamento dell'intelligenza umana negli ambienti artificiali" (Ricciardi, 1996, p. 174).

- suddividere il testo originario di una pagina cartacea in più videate (prevedendo la possibilità di accedere a queste videate ad esempio mediante un pulsante che avrebbe la funzione di "gira pagina");
- prevedendo lo scrolling (ossia uno scorrimento verticale del testo).

La prima soluzione non rompe l'impostazione visiva tradizionale: sono infatti gli occhi che scorrono il testo e non il puntatore del mouse (che è mosso dalla mano).

La seconda soluzione mantiene l'unità originaria della pagina del testo, ma la sua leggibilità è certamente più complessa. Con lo scrolling si può infatti perdere l'orientamento e ciò può compromettere la comprensione del testo (Toselli, 1998).

Dopo una discussione collettiva su i pro e i contro delle due soluzioni, siamo giunti alla seguente soluzione di compromesso:

- in genere a una breve pagina cartacea deve corrispondere una pagina video<sup>154</sup>;
- per le pagine più lunghe si utilizza lo scrolling (che permette di semplificare la fase di codifica delle informazioni sotto forma ipertestuale).

Si è infatti notato che lo scorrimento della pagina verso il basso, non facilita l'apprendimento.

### 3.2.1.2 L'implementazione dei moduli

La *fase di implementazione* consiste nella realizzazione concreta dei moduli ipermediali. Abbiamo scelto come strumento di sviluppo Asymetrix Toolbook™.

Nel caso di strumenti di misura relativamente semplici, come il voltmetro, la trattazione teorica effettuata dal modulo didattico può essere sufficiente: in questi casi l'utilizzo pratico dello strumento non dovrebbe presentare particolari difficoltà. Nel caso di strumenti più complessi, non solo dal punto di vista del funzionamento interno ma anche e soprattutto dal punto di vista dell'utilizzo, le informazioni fornite dal modulo didattico devono essere completate mediante l'utilizzo effettivo dello strumento. Per quanto concerne l'organizzazione delle informazioni, ogni modulo è stato diviso in pagine, le quali hanno tutte lo stesso livello gerarchico. Ogni livello contiene un sotto insieme di altre pagine che si trovano ad un più basso livello. La figura 16 mostra l'organizzazione del modulo Oscilloscopio analogico.

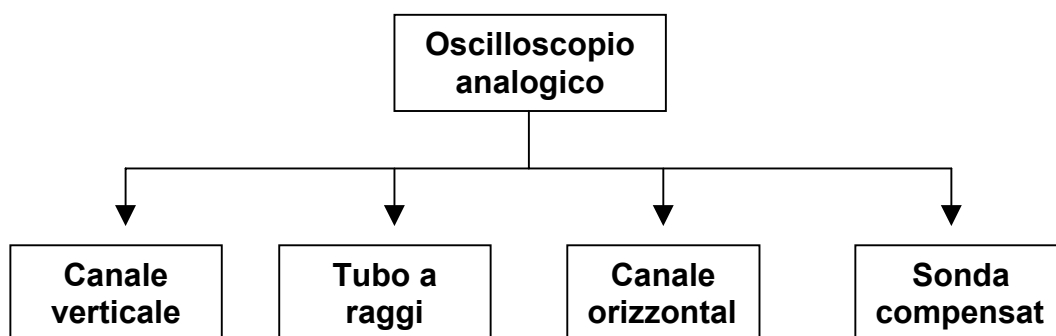


Figura 16. Organizzazione del modulo Oscilloscopio analogico.

Dopo avere stabilito la struttura delle informazioni e quella dell'ipertesto, abbiamo scelto i diversi codici di comunicazione da utilizzare, calibrando la scelta dei codici in modo opportuno, per evitare il "sovraccarico cognitivo" e la perdita dell'attenzione.

<sup>154</sup> Per potere ottenere questo scopo si cercherà di sintetizzare i contenuti delle pagine cartacee.

Per questi motivi abbiamo stabilito le seguenti regole:

- utilizziamo il commento vocale solo se è necessario;
- usiamo le animazioni solo per spiegare quei concetti che non possono essere chiariti con le immagini statiche;
- adoperiamo i filmati solo se non possono essere usati altri codici di comunicazione<sup>155</sup> (testo, immagini, animazioni, voce).

Per le caratteristiche imposte al corso, non si tratta solo di istruzione multimediale (ossia centrata sui contenuti da trasmettere), bensì di formazione multimediale poiché è centrata sull'analisi delle uscite formative che l'utilizzo della lezione può generare. In questo progetto, oltre ai tradizionali media (testo e immagini), sono anche stati usati:

- tecniche di animazione per illustrare contenuti difficilmente comprensibili con il solo testo scritto o i disegni (ad esempio la generazione del pennello elettronico e il suo controllo in un tubo a raggi catodici);
- immagini televisive digitalizzate (per illustrare l'interno degli strumenti);
- supporto audio per trasmettere concetti di rilevante importanza senza che lo studente debba distogliere l'attenzione dall'immagine mostrata sullo schermo.

La figura 17 mostra una pagina ipermediale, del modulo Oscilloscopio analogico, che è dedicata all'integratore di Miller. Oltre al codice testuale sono presenti anche un'animazione, che illustra le differenze di potenziale presenti nei diversi punti del circuito, e un commento vocale che descrive il funzionamento del circuito<sup>156</sup>.

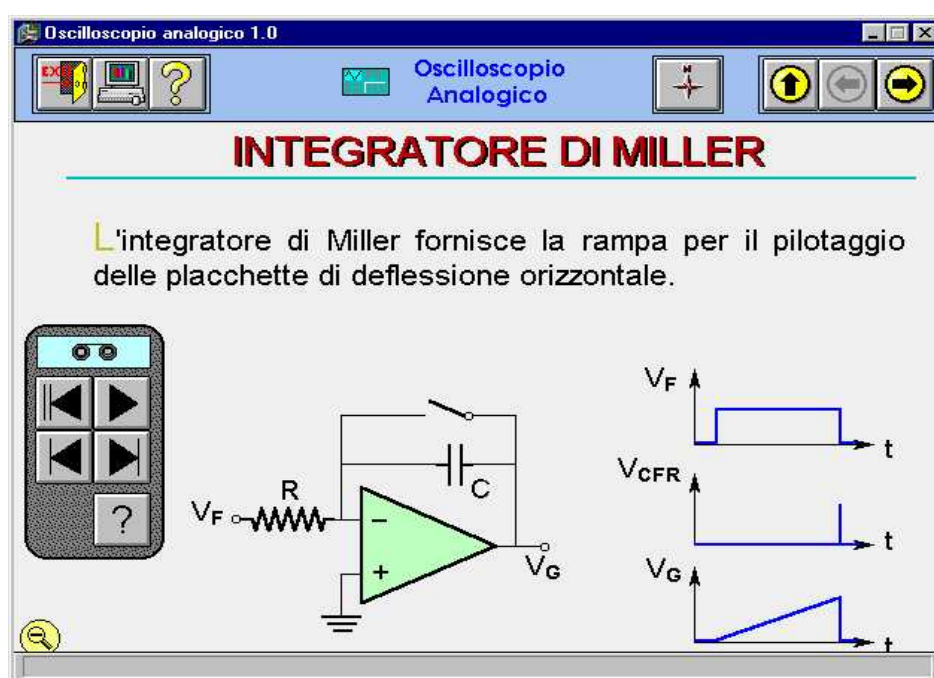


Figura 17. Pagina ipermediale dedicata all'integratore di Miller.

<sup>155</sup> In questo caso la limitazione all'uso dei filmati è connessa alle loro notevoli dimensioni (30 - 40 Mb per un filmato, in formato AVI, di circa tre minuti).

<sup>156</sup> Il commento vocale ha sostituito una finestra di testo che si sarebbe dovuta sovrapporre al circuito, rendendo impossibile la visione dell'animazione. In questo caso l'utilizzo dei diversi codici è ben calibrato.

Durante le discussioni sull'organizzazione del progetto, abbiamo deciso di fornire allo studente che userà questi moduli, la possibilità di autovalutare il proprio livello di apprendimento tramite delle verifiche in itinere (Pisani et al, 1995).

Tali prove sono organizzate in relazione alle seguenti tipologie:

- test a scelta multipla;
- esercizi in cui i dati numerici sono generati in modo casuale per garantire la non ripetitività dei risultati, soprattutto se la lezione viene rivista più volte;
- puzzle, nei quali lo studente deve ricostruire lo schema a blocchi di uno strumento;
- simulazioni di misure su circuiti elettronici, con il corretto inserimento degli strumenti.

La figura 18 illustra un esempio di esercizio proposto in itinere.

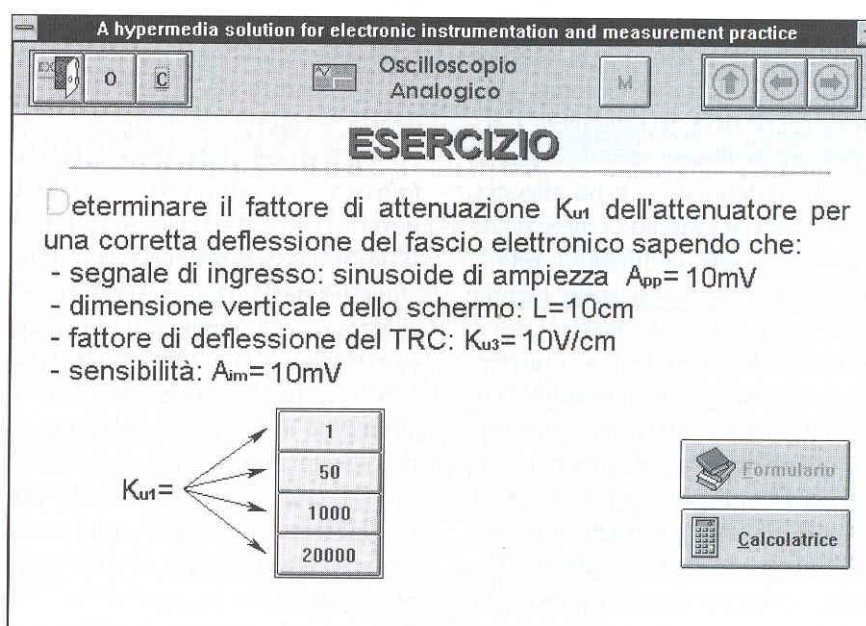


Figura 18. Esempio di esercizio proposto per l'autovalutazione in itinere

E' da notare che tutti i moduli sono stati sviluppati utilizzando la medesima interfaccia grafica e della strumentazione più complessa è stata realizzata anche la simulazione dei pannelli di controllo.

### 3.2.1.3 La validazione dei moduli

Nella *fase di validazione* abbiamo verificato che:

- vi fosse uniformità grafica tra tutte le pagine create dai diversi gruppi di lavoro;
- i legami tra i nodi informativi fossero tutti esatti;
- i pulsanti o le icone create attivassero le corrette applicazioni;
- i codici di comunicazione utilizzati in ogni pagina fossero ben calibrati.

Gli errori trovati sono stati subito corretti.

Il secondo controllo ha riguardato invece i contenuti trattati nei diversi moduli ed è stato prima eseguito dai docenti coinvolti nel progetto e in seguito dagli studenti del

Corso di Diploma in Ingegneria Elettronica del Polo di Vercelli<sup>157</sup> e da un campione di miei allievi di una classe terza ad indirizzo informatico.

In questo modo è stato possibile verificare se il percorso didattico che abbiamo stabilito permettesse di raggiungere in modo soddisfacente la conoscenza e la comprensione degli argomenti presentati. E' stato necessario osservare il comportamento di questi utenti di fronte al prodotto, per potere evidenziare eventuali punti deboli nell'interfaccia uomo-macchina (ad esempio: icone non di semplice interpretazione, mappa di orientamento nell'ipertesto non chiara, hot-word non facilmente individuabili, ecc.).

Gli studenti che hanno collaudato la lezione, non conoscevano l'argomento in essa spiegato. E' stato loro richiesto di valutare non solo l'interattività, ma anche la capacità di apprendere con le sole nozioni presentate nell'unità didattica multimediale. E' bene notare che in questa fase si è cercato di riprodurre il più possibile una situazione di utilizzo reale dell'applicazione; di conseguenza non è stato fornito alcun aiuto esterno. Solo osservando quando l'utente era in difficoltà ed analizzando il modo in cui ne usciva, si è stati in grado di valutare l'efficacia dell'aiuto in linea, della mappa di orientamento nell'ipertesto e di altre potenzialità offerte dai moduli ipermediali.

### **3.2.2 La simulazione dei pannelli di controllo**

Come abbiamo già accennato in precedenza, i maggiori problemi connessi all'insegnamento della strumentazione elettronica a livello universitario sono:

- un alto numero di studenti che frequentano le lezioni;
- un non elevato numero dei banchi di prova per le verifiche pratiche;
- un non grande quantità di strumentazione specialistica;
- poco personale specializzato che controlla le attività di laboratorio.

Per diminuire i tempi di accesso ai laboratori il Politecnico di Torino ha pensato di investire risorse per sviluppare una soluzione alternativa, basata sull'addestramento con il computer. In questo modo lo studente può apprendere anche a casa, senza dovere affollare un laboratorio. In particolare è stato sviluppato un applicativo, di nome Oscope, sviluppato in linguaggio C++®.

Il programma Oscope emula le funzioni comunemente disponibili negli oscilloscopi analogici con comandi di tipo tradizionale e genera i segnali da fornire in ingresso che sono anch'essi emulati. Le specifiche sullo strumento elettronico vengono fornite utilizzando il linguaggio tecnico che solitamente si trova sui manuali degli oscilloscopi reali. Quindi, quando si utilizza per esempio il termine fosfori, ci si riferisce all'emulazione del display dell'oscilloscopio e non ai fosfori del monitor del computer.

Il pannello contiene i vari comandi dello strumento, può essere suddiviso nelle seguenti cinque aree:

- Impostazione ingressi;
- Base tempi;
- Impostazione del modo verticale;
- Impostazione trigger;
- Barra degli strumenti.

Queste cinque aree sono visibili nella figura 19 che riproduce il pannello frontale dell'oscilloscopio virtuale. La barra degli strumenti è costituita dall'area

---

<sup>157</sup> Sezione staccata del Politecnico di Torino.

immediatamente al di sotto della barra del titolo. La barra del titolo è l'area di colore scuro nella figura 19.

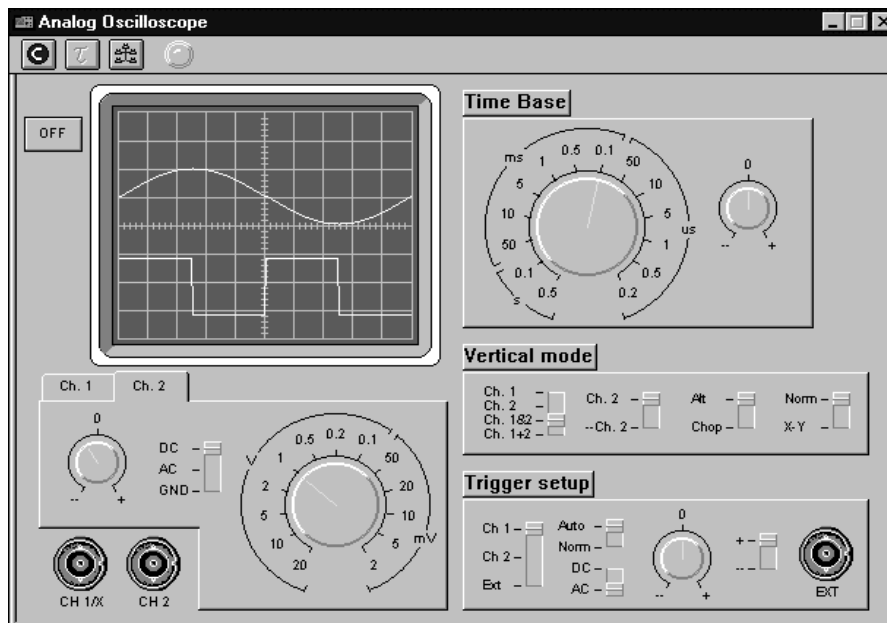


Figura 19. Il pannello di controllo dell'oscilloscopio virtuale

Con il mouse è possibile impostare il canale 1 oppure il canale 2 dell'oscilloscopio. Nella figura 20 l'ingresso attivo è quello corrispondente al canale 1. Nella figura 21 è stato posizionato il puntatore sulla linguetta relativa al canale 2: se si fa clic esso diventa il canale attivo.

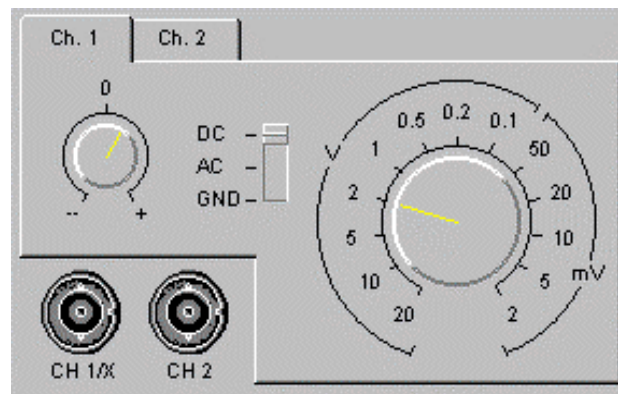


Figura 20. E' attivo il canale 1

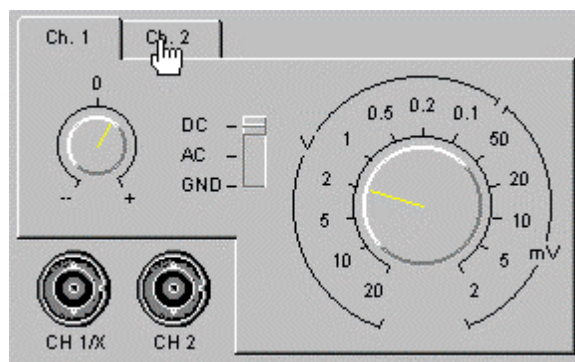


Figura 21 Sta per essere reso attivo il canale 2

E' possibile impostare anche le forme d'onda in ingresso. La figura 22 illustra la finestra di dialogo del generatore di segnali (nel caso di figura 22 è l'ingresso del canale 1 dell'oscilloscopio).

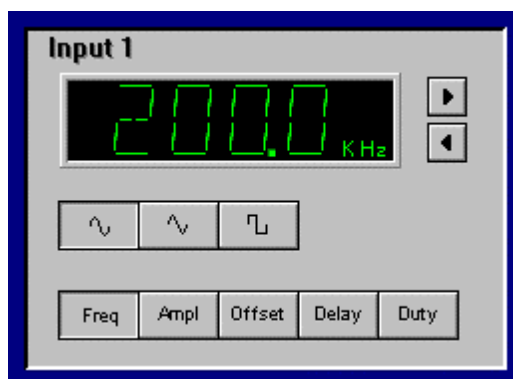


Figura 22. Finestra di dialogo del generatore di segnali

La funzione dei vari elementi presenti nella finestra di dialogo del generatore di segnali è la seguente:



Il display numerico visualizza il valore della grandezza che caratterizza il segnale selezionato. Il puntino che compare ha il significato di punto decimale. A fianco del numero viene visualizzata l'unità di misura (o un suo multiplo o sottomultiplo). Facendo clic con il pulsante sinistro sul display viene visualizzata una piccola finestra che consente l'immissione di un nuovo valore.



Modifica rapida del valore visualizzato. Se si fa clic sul pulsante con la freccia rivolta verso destra il valore visualizzato aumenta di una decade (se il nuovo valore non supera il massimo consentito). Se si fa clic sul pulsante con la freccia rivolta verso sinistra il valore visualizzato diminuisce di una decade (se il nuovo valore non è inferiore al minimo consentito).



Selezione del segnale fornito dal generatore virtuale: onda sinusoidale, onda triangolare e onda quadra.





Selezione della grandezza visualizzata sul display: frequenza, ampiezza, offset, ritardo rispetto al segnale di riferimento (si veda il capitolo 'Informazioni avanzate') o duty cycle (solo onda quadra).



Questo pulsante è presente solo nelle finestre di dialogo relative all'ingresso 2 ed all'ingresso usato come segnale di trigger esterno.

Usando questo modulo Oscope ogni studente può apprendere le caratteristiche di base e acquisire dimestichezza sull'uso dell'oscilloscopio, attraverso la sua simulazione con il computer.

### 3.2.3 L'uso della strumentazione elettronica in remoto

Il programma Oscope è disponibile in due versioni: Oscope Client ed Oscope Server; le due versioni differiscono esclusivamente per quel che riguarda la gestione della rete. La comunicazione in rete realizzata dal programma Oscope (nella versione Client e nella versione Server) si basa sulle DDE (Dynamic Data Exchange) usata con il protocollo TCP. Per potere rendere facile la comunicazione vi è il programma chiamato Measurement Sever Access Facility (MSAF). Il layout del sistema Client Server è illustrato in figura 23.

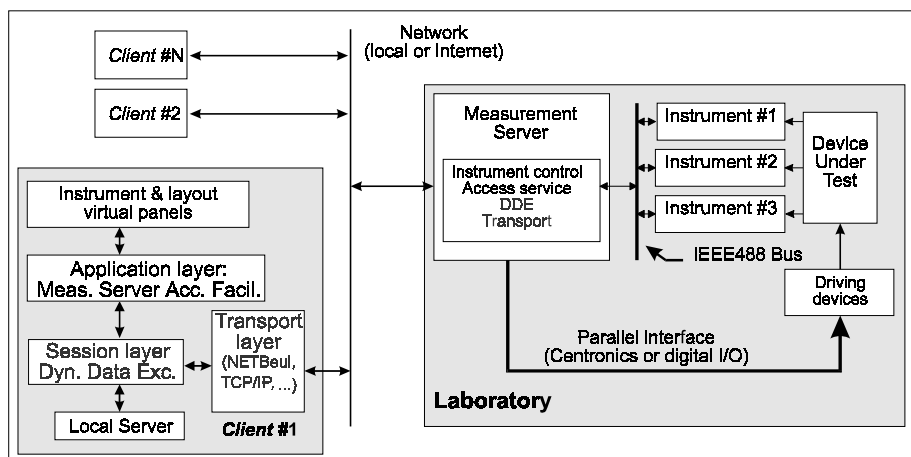


Figura 23. Client Server layout

Prima di descrivere, in modo sintetico, il funzionamento della versione client e della versione server è bene chiarire il significato dei termini *connessione passiva* e *connessione attiva*. Quando un client invia una richiesta di connessione al server, si stabilisce una connessione passiva (definita anche semplicemente connessione). Si osserva che in questo stato non si ha alcun scambio di informazioni tra client e server. L'utente che utilizza il server può rendere attiva una (e solo una) connessione alla volta. Nella connessione attiva si ha scambio di informazioni tra client e server; per la precisione quando l'utente sul client agisce sui comandi dell'oscilloscopio la modifica viene trasmessa al server e viceversa.

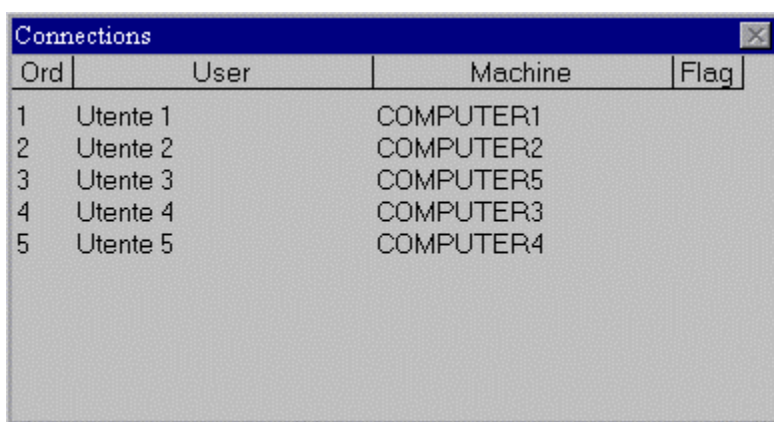
La versione Server di Oscope può ricevere una richiesta di connessione da parte di ciascun Client. Il bottone rappresentato nella figura 24, presente sulla barra degli strumenti, consente di visualizzare una finestra con l'elenco delle connessioni.



Figura 24. Bottone per l'elenco delle connessioni

Si tratta di un bottone a due stati: quando premuto la finestra con l'elenco delle connessioni viene visualizzata mentre quando si trova nello stato di riposo la finestra è nascosta. Se la finestra risulta parzialmente coperta da un'altra si può fare clic sulla finestra stessa per portarla in primo piano e renderla attiva.

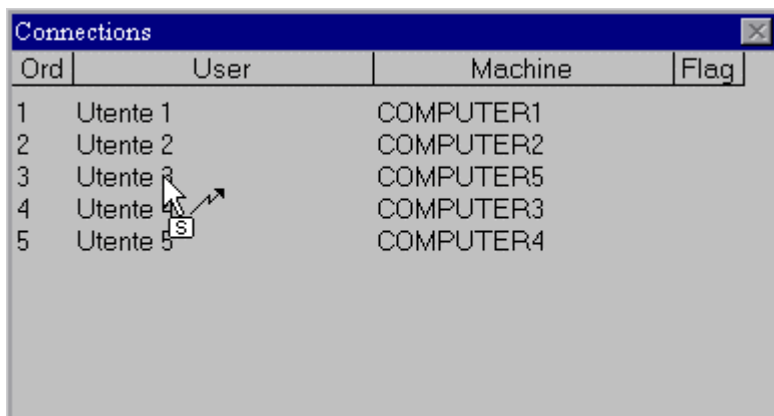
Si suppone che le connessioni siano passive e si tenga presente che le connessioni passive vengono effettuate in modo automatico dal server non appena arriva la richiesta da parte dei client: quindi per arrivare alla situazione indicata nella figura 25 non è richiesto alcun intervento da parte del server.



Ord	User	Machine	Flag
1	Utente 1	COMPUTER1	
2	Utente 2	COMPUTER2	
3	Utente 3	COMPUTER5	
4	Utente 4	COMPUTER3	
5	Utente 5	COMPUTER4	

Figura 25. Attivazione connessione, step 1

Si supponga di attivare la connessione dell'Utente 3. Si deve posizionare il puntatore in un qualsiasi punto della riga corrispondente all'utente la cui connessione deve essere resa attiva (figura 26). Si osserva che il puntatore indica che la posizione dei comandi dei due strumenti verrà sincronizzata mediante l'invio della configurazione da server a client. Se si fa clic viene attivata la connessione.



Ord	User	Machine	Flag
1	Utente 1	COMPUTER1	
2	Utente 2	COMPUTER2	
3	Utente 3	COMPUTER5	
4	Utente 4	COMPUTER3	
5	Utente 5	COMPUTER4	

Figura 26. Attivazione connessione, step 2

Il client riceve la configurazione dei comandi dal server perché l'iniziativa di attivare la connessione è partita da quest'ultimo. Se il flag fosse attivo verrebbe invece inviata al server la configurazione del client; infatti se il client ha richiesto attenzione è ragionevole modificare la configurazione del server in modo da farla coincidere con quella del client. In ogni caso il comportamento di default può essere invertito premendo e mantenendo premuto il tasto 'Control' mentre si fa clic per attivare la connessione.

La forma del puntatore consente di ricordare agevolmente l'operazione che viene effettuata se si fa clic su una voce della lista:



La configurazione dei comandi viene inviata dal client al server.



La configurazione dei comandi viene inviata dal server al client.



La connessione attiva viene disattivata

Dopo aver fatto clic sulla riga corrispondente all'utente 3 la finestra appare così come nella figura 27. La connessione con l'utente 3 è ora attiva ed i comandi dei due oscilloscopi rimarranno sincronizzati fino a che la connessione non verrà disattivata.

Connections			
Ord	User	Machine	Flag
1	Utente 1	COMPUTER1	
2	Utente 2	COMPUTER2	
3	<b>Utente 3</b>	COMPUTER5	
4	Utente 4	COMPUTER3	
5	Utente 5	COMPUTER4	

Figura 27. Attivazione connessione, step 3

Per disattivare la connessione relativa all'utente 3 è sufficiente posizionare il puntatore sulla riga corrispondente a tale utente (il puntatore mostra un paio di forbici) e fare clic. Si osserva che una connessione può essere disattivata esclusivamente dal server. Sulla barra degli strumenti della versione client del programma Oscop sono presenti i due bottoni rappresentati nella figura 28.



Figura 28. Bottoni del client relativi alla connessione in rete

Il bottone di sinistra consente al client di connettersi al server. Il pulsante di destra, attivo solo nel caso in cui il client sia connesso al server, permette di richiedere attenzione. Quando viene premuto il bottone di connessione viene visualizzata la finestra di dialogo riportata nella figura 29.

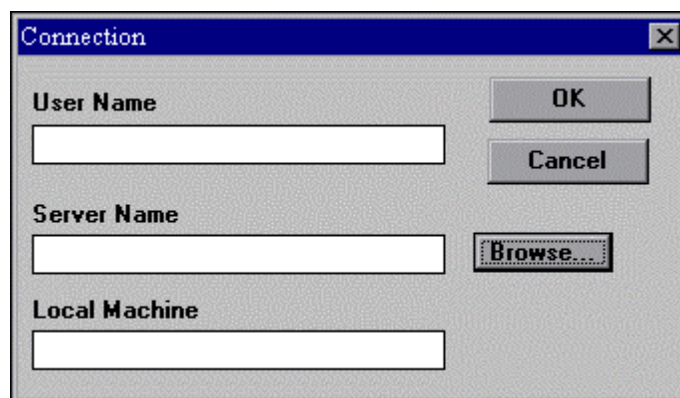


Figura 29 Finestra di richiesta di connessione

Nei tre campi l'utente deve indicare il proprio nome, il nome della macchina su cui è in esecuzione Oscope Server ed il nome della macchina locale. Il pulsante Browse consente di visualizzare la finestra di dialogo standard di Windows per la scelta di un computer tra quelli disponibili nella rete a cui è connesso.

Attraverso questa organizzazione è stato possibile realizzare il collegamento e l'utilizzo di strumentazione in remoto.

### **3.2.4. Osservazioni sul progetto "Moduli ipermediali per l'apprendimento a distanza della strumentazione elettronica di base"**

Il gruppo di ricerca di cui ho fatto parte è riuscito a rispondere al quesito posto all'inizio del progetto, in quanto è stato possibile realizzare dei moduli ipermediali per introdurre la strumentazione elettronica di base, sono stati inoltre emulati i pannelli di controllo della strumentazione specialistica ed è stata realizzata la possibilità di connessione con strumentazione (reale) in remoto.

Dopo una prima fase relativa ai test sulla validità didattica dei moduli ipermediali eseguita sia da me, con un gruppo di miei studenti<sup>158</sup>, sia da un corso completo di studenti del diploma in ingegneria elettronica del Polo didattico di Vercelli, si è passati all'inserimento dei moduli ipermediali all'interno del progetto NET.T.UN.O, in questo modo, oltre alle lezioni televisive, gli studenti del corso di strumentazione elettronica<sup>159</sup> hanno avuto anche il supporto dei moduli ipermediali che sono stati memorizzati su CD-ROM.

Questo nostro approccio ipermediale all'addestramento tecnico a distanza è utile non solo agli studenti universitari, si inserisce infatti in un disegno di formazione continua che coinvolge i docenti delle materie tecniche. Utilizzando i moduli ipermediali sviluppati in questa ricerca, i docenti potranno infatti addestrarsi all'uso della strumentazione specialistica di recente costruzione.

<sup>158</sup> Gli studenti facevano parte di una classe terza ad indirizzo informatico di un Istituto Tecnico Industriale.

<sup>159</sup> Diploma in Ingegneria elettronica.

Il progetto sviluppato dal Ladimu è stato di spunto per altri gruppi di ricerca<sup>160</sup> ed è un punto di riferimento in Italia nella didattica delle materie specialistiche.

#### 4. Conclusioni

L'educazione a distanza si può definire come un'esperienza costruita tra tecnologia ed educazione la quale utilizza un vasto spettro di tecniche per raggiungere gli studenti ed è finalizzata ad incoraggiare la loro interazione.

L'educazione a distanza ha subito l'influenza dello sviluppo tecnologico, passando dalla televisione, alla multimedialità per giungere alla ipermedialità.

E' importante sottolineare che la comparsa di un nuovo medium non ha determinato quasi mai la scomparsa di un altro precedente, bensì la riqualificazione (aggiustamento, diversificazione, specializzazione) delle sue finalità espressive, comunicative, culturali (McLuhan, 1951; 1964; Galliani, 1995). Questa riqualificazione dei media sta accadendo attualmente anche al progetto NET.T.UN.O., in quanto l'evoluzione delle reti telematiche e di Internet ha permesso di potenziare gli strumenti di comunicazione nella didattica a distanza e di ridefinire il ruolo delle videolezioni all'interno del processo didattico.

E' interessante notare che l'innovazione in campo formativo ed educativo è il frutto di una combinazione di più fattori. La figura 30 illustra schematicamente le condizioni in cui può esservi innovazione didattica. Le tre regioni *Discipline*, *Didattica* e *Nuove Tecnologie*, rappresentano i domini complessivi di sapere relativi a questi campi. La zona di sovrapposizione fra questi tre regioni è quella in cui ci sono le migliori condizioni affinché la sinergia fra i tre tipi di competenze ed esigenze possa provocare una significativa innovazione didattica (Sassi, 1995).

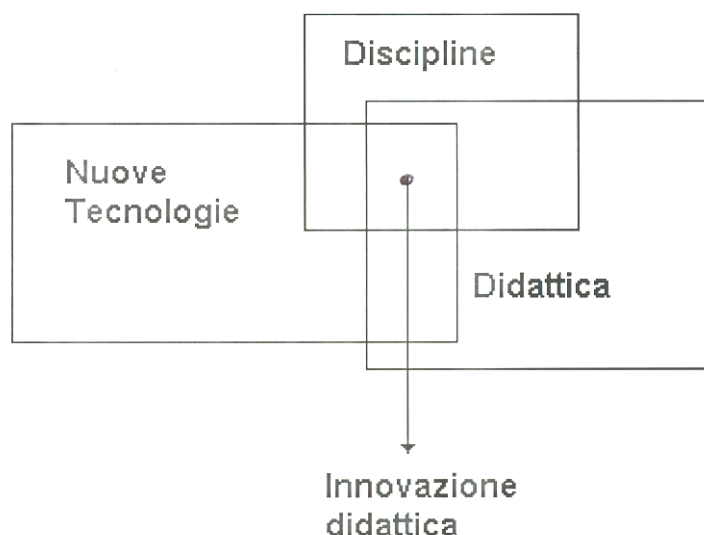


Figura 30. Schema dei domini principali la cui intersezione offre le migliori condizioni perché possa esservi innovazione didattica.

<sup>160</sup> Si consulti ad esempio: Cervera I., Gómez F. & Martínez J. (1999) Remote Measurements SYSTEM Using Internet, *Proceedings World Conference on WWW and the Internet WebNet 99*, Honolulu, Hawaii, p. 1671.

Per realizzare una proposta didattica innovativa, che sia efficace ed efficiente, occorrono competenze di tipo informatico (tanto più avanzate quanto più sono sofisticate le metodologie e le tecnologie da usare) ma insieme occorrono anche strategie didattiche valide e contenuti disciplinari significativi, questo giustifica il fatto che il gruppo di ricerca del Ladimu di cui ho fatto parte era costituito da persone con esperienze didattiche e formative diverse.

Solo l'assenza di sinergia tra i membri di un gruppo che lavorano a un progetto ipermediale con finalità didattiche, può far produrre materiali poco significativi e poco innovativi dal punto di vista formativo anche se magari accattivanti o spettacolari nella loro apparenza (Sassi, 1995).

In relazione ai contenuti trattati in questo capitolo, l'utilizzo della multimedialità nella didattica a distanza<sup>161</sup> ha permesso di:

- utilizzare diversi media all'interno delle lezioni;
- incrementare le interazioni tra i docenti che vi partecipano,
- favorire una maggiore interazione tra docenti e tutor, in modo da garantire l'omogeneità didattica e stabilire momenti di verifica tra il docente titolare del corso ed i tutors che offrono il supporto agli studenti;
- incrementare l'interazione tra docenti/tutor e studenti;
- svincolare gli studenti dai limiti di spazio e di tempo<sup>162</sup>.

E' chiaro che l'attuale evoluzione dei media e delle tecnologie informatiche, tra le quali la realtà virtuale, condurranno ad un futuro modello di didattica a distanza che sarà diverso da quello attualmente in uso, ma che utilizzerà una corretta e sinergica integrazione dei diversi media per favorire l'apprendimento e la formazione.

Nel prossimo capitolo tratteremo come le reti telematiche e Internet abbiano portato a delle importanti modifiche nel campo dell'insegnamento.

### **Pubblicazioni di Nicoletta Sala scaturite da questa esperienza**

Problemi connessi al progetto di opere multimediali per la didattica (1995) *Atti del convegno e mostra nazionale di informatica Inforscuola '95*, Hugony editore, Milano

Multimedialità ed insegnamento (1996). *Atti del convegno nazionale Mathesis: Cento anni di matematica*, Fratelli Palombi Editore, Roma, 1996, 337

Imparare a usare la strumentazione elettronica mediante tecniche multimediali (1996)

(con U. Pisani, F. Cambiotti e F. Sanpietro) in *Multimedia*, marzo 1996, casa Editrice Sonda, Torino, pp. 59- 61

Usare la strumentazione elettronica mediante tecniche multimediali (1996) (con F. Cambiotti) in *Atti Workshop del convegno Inforscuola '96*, Hugony Editore, Milano,

*Nuovi media e didattica: esempio di un modulo ipermediale per l'apprendimento delle nozioni base per l'uso di un oscilloscopio analogico* (1997) Preprint Cerfim 30/97(1997)

---

<sup>161</sup> Con l'introduzione delle reti telematiche (ndr.).

<sup>162</sup> Limiti che invece impone la didattica tradizionale.

*Addestramento ipermediale "remoto" per un corso di Misurazioni Elettroniche* (1997) Preprint Cerfim 35/97 (1997)

A Hypermedia Solution for Electronic Instrumentation (1998) *Proceedings IN – TELE Conference*, Strasbourg 24 – 26 Settembre 1998, pp. 143 - 144

Alcune considerazioni sull'uso della multimedialità nella didattica (1998) *Atti del XXVII Seminario Nazionale 1998 del Gruppo di Ricerca Morin*, Vol. 26 A- B n. 6, 1998, pp. 626 - 649

*Hypermedia Lessons for a Virtual Laboratory* (1999). Preprint Cerfim 41/99, Locarno

Multimedia Training and Remote Operating Laboratory: New Solutions for Electronic Measurements Courses (1999). *Proceedings Ed-Media 99 (World Conference on World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Educational Telecommunications)* Seattle, 19-24 June 1999, Edited by Betty Collins & Ron Oliver Printed in the USA, 792 - 797

*Multimedia Technologies in Cognitive Process*. Preprint Cerfim 46/99, Locarno, Switzerland, 1999

Multimedia Technologies In Educational Processes: Some Examples. A. Karmouch (a cura di) *Multimedia Modeling MMM 99*, World Scientific (eds.), 1999, pp. 489 - 506

Hypermedia Solutions for Electronic Instrumentation (1999) *Proceedings of IN-TELE 98 - European Conference on Educational uses of the Internet and European Identity Construction*. Edited by P. Marquet, S. Mathey, & A. Jaillet. Berne, Peter Lang, 1999, 321 - 326

Usi della multimedialità in campo cognitivo (1999) *Informatica e Scuola*, Hugony Editore, Anno VIII, numero 4, pp. 26 - 29, 1999

Multimedia Technologies in Educational and Cognitive Processes (2000) *Proceeding Book of JCIS* (First Joint Conference on Information System) Atlantic City, pp. 632 - 635.

Multimedia Training, Virtual Instrumentation (2000). *Proceedings Ed-Media 2000 (World Conference on World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Educational Telecommunications)*, Vol. 2, p. 1794

Multimedia Technologies in Educational Environment: An Overview (2001) *Proceedings International Conferences on Computer in Education (ICDE) 2001*, Seoul, Korea, pp. 404 - 411

# Capitolo 3

## Periodo di esperienza 1995-1996:

### La telematica e Internet nella didattica

#### Premessa

Lo scopo di questo capitolo è di presentare in che modo la telematica e Internet siano entrati a far parte della didattica e ne abbiano influenzato le metodologie. Dal punto di vista didattico i fattori di maggior rilievo sono la crescita dell'interesse per le applicazioni di *teledidattica* e per l'uso della *telematica come strumento didattico e formativo*. Una possibile classificazione dell'utilizzo della telematica nella didattica e nella formazione è illustrata in figura 1.

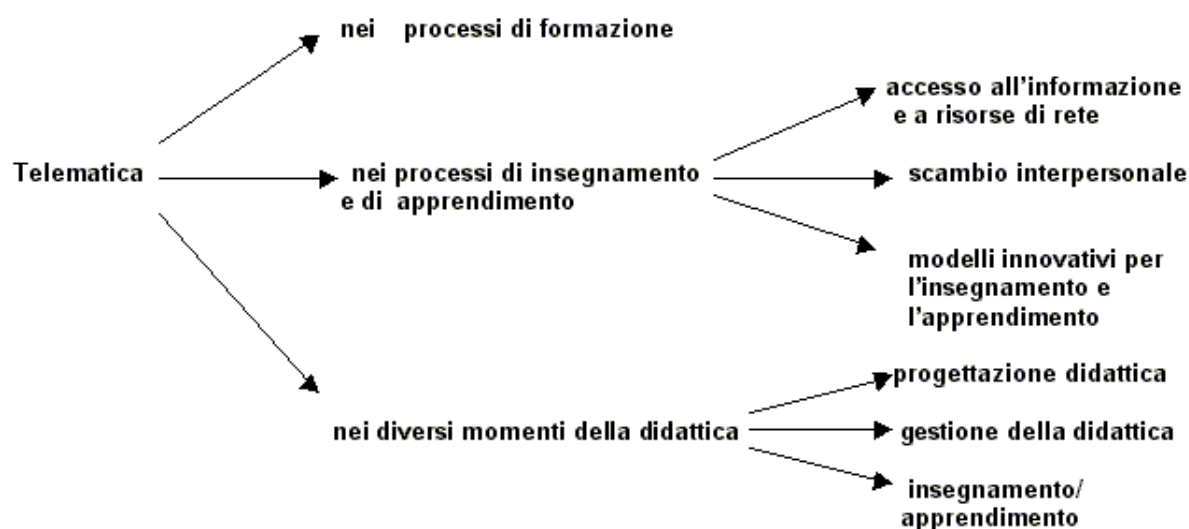


Figura 1. Classificazione dell'uso della telematica nella didattica e nella formazione.

La telematica e in seguito Internet diventano strumenti di apprendimento cooperativo e collaborativo. E' bene accennare che l'interesse per la cooperazione non è limitato al settore della didattica, ma si colloca nel quadro più generale dell'interesse per la cooperazione nell'ambito delle attività di tipo intellettuale e cognitivo. L'apprendimento collaborativo trova le sue radici nel **costruttivismo di Piaget** e nel **costruzionismo di Papert** queste scuole di pensiero hanno messo in evidenza il valore educativo delle interazioni fra gli attori dei processi formativi (Piaget, 1989; Harel & Papert, 1991). Attraverso l'uso delle reti telematiche e di Internet è possibile dal punto di vista di chi apprende (studente o docente) contare su uno scambio interpersonale diretto. Già la scuola di psicologia sovietica e in particolare **Vygotsky** avevano sottolineato il ruolo e l'importanza dell'interazione con gli altri e in particolare con gli aspetti culturali e sociali dell'ambiente per lo sviluppo cognitivo (Vygotsky, 1978). L'idea primaria è che il significato viene costruito attraverso il confronto fra prospettive differenti: *"La crescita concettuale deriva dalla condivisione di prospettive differenti e dal simultaneo cambiamento delle nostre rappresentazioni interne in risposta a quelle prospettive ... l'educazione ha il ruolo di promuovere la collaborazione con gli altri e di mettere così in evidenza le molteplici*



*prospettive che ci possono essere su uno stesso problema in modo tale che il discente possa arrivare a una sua propria posizione"* (Cunningham, 1991).

Soltanto per una singolare coincidenza la telematica si è sviluppata in modo parallelo all'affermazione del cognitivismo/costruttivismo che vede nell'elemento sociale una delle componenti più rilevanti dei processi di apprendimento. Non si può invece dire che sia altrettanto casuale la recente crescita di interesse del mondo della formazione per le applicazioni didattiche della telematica. E' vero infatti che la telematica, nella sua dimensione di scambio interpersonale, si coniuga perfettamente con l'impostazione teorica del costruttivismo e fornisce uno strumento insostituibile per tradurre questa impostazione in pratica didattica.

Lo scambio interpersonale mediato dal computer, oltre alle ricadute didattiche dirette derivate dall'interazione e dal confronto, offre numerosi altri benefici indiretti e possibilità. Una delle ricadute indirette più interessanti evidenziate è quella relativa alla capacità d'uso e soprattutto alle motivazioni all'uso della parola scritta (Roberts et al., 1990). Attraverso lo scambio interpersonale, mediato dal computer, la parola scritta, che nella scuola è per tradizione uno strumento per comporre testi da sottoporre al giudizio del docente, diventa mezzo di comunicazione interpersonale, di confronto di idee ed esperienze e uno strumento sociale.

Come verrà evidenziato in questo capitolo la telematica si inserisce nella didattica per diversi aspetti. Ad esempio:

- Accesso all'informazione e a risorse di rete<sup>163</sup>;
- Scambio interpersonale<sup>164</sup>.

Per chi apprende l'accesso a informazioni e risorse di rete può esser visto nell'ottica cognitivista che vede l'apprendimento come un processo di costruzione della propria conoscenza da parte del discente. Un tale processo trova nella telematica uno strumento rapido e facilitato per il reperimento di dati, informazioni e materiali di cui servirsi. Al valore della costruzione autonoma della propria conoscenza si aggiunge quindi il valore dell'imparare a individuare e a raggiungere l'informazione utile a tale costruzione (Trentin, 1992).

Sempre per chi apprende vanno anche citate altre possibilità, forse meno interessanti dal punto di vista cognitivo, ma certamente molto importanti da quello pratico quali la ricerca bibliografica, l'accesso a fonti documentali sull'orientamento curricolare o l'acquisizione a distanza di materiale didattico in autoistruzione.

---

<sup>163</sup> In questo caso la telematica viene utilizzata come veicolo informativo per accedere in tempo reale a fonti documentali o a materiale didattico. I beneficiari di queste possibilità sono sia chi progetta il processo formativo, sia chi lo conduce e sia chi ne è l'utente.

<sup>164</sup> La comunicazione telematica, soprattutto in tempo differito, è uno strumento che favorisce il superamento della condizione di isolamento rispetto ai colleghi che caratterizza il docente in tutti i sistemi scolastici. Il docente passa la maggior parte del suo tempo in classe e, fuori dalla classe, interagisce prevalentemente con colleghi di altre discipline. La sua possibilità di scambiare informazioni esperienze e risorse con altri docenti relativamente allo specifico della propria disciplina è quindi molto ridotta. Il meccanismo dell'apprendimento attraverso l'interazione con colleghi, che in molti settori è uno dei fattori essenziali di crescita professionale, è quindi scarsamente favorito. Fra le possibilità offerte dalla telematica, alcune delle quali già sperimentate (Grande, 1993), si possono citare: il confronto e la condivisione di esperienze fra colleghi, la condivisione di materiale didattico, particolarmente interessante nel caso di unità didattiche realizzate da docenti, lo sviluppo cooperativo di unità didattiche e l'assistenza alla sperimentazione, in cui il docente può ottenere un supporto di tipo metodologico da colleghi o da esperti relativamente alla conduzione di sperimentazioni didattiche (Banaudi et al., 1993).

Un'altra ipotesi particolarmente interessante relativa all'uso della comunicazione telematica è l'utilizzo della posta elettronica in ambito scolastico e universitario per creare un *filo diretto* fra l'ambiente formativo e il mondo del lavoro (Levin et al., 1992) finalizzato ad avvicinare gli studenti alle problematiche dei settori di attività più affini agli studi che essi stanno seguendo. Questo potrebbe anche contribuire ad attivare sinergie fra settori produttivi ed educativi riducendo quella sorta di chiusura che spesso scuola e università manifestano nei confronti del mondo del lavoro.

Il capitolo è così organizzato: il paragrafo 1 introduce una panoramica sull'evoluzione delle reti di computer, della telematica e di Internet fino al periodo in analisi (1996). Il paragrafo 2 analizza invece lo stato dell'arte relativo alle ricerche che coinvolgono la telematica nella didattica (ad esempio la Open University e la Polytechnic University of New York, oppure i progetti italiani Kidslink e Laboratorio in Rete). Il paragrafo 3 è dedicato alla descrizione del progetto didattico "Web Learning Environment" che ha coinvolto un paio di classi di un istituto professionale in Italia e che mi ha avuto come coordinatore. E' un progetto pilota che rappresenta un tentativo di integrare Internet all'interno di una attività didattica tradizionale in una scuola superiore italiana. Il progetto è stato suddiviso in diversi stadi che vanno dall'apprendimento di Internet, direttamente in Internet attraverso alcuni siti didattici, alla creazione di un ipertesto cooperativo che coinvolge diverse discipline curriculari (lingua italiana, lingua inglese, informatica, tecnica turistica). Il paragrafo 4 contiene infine le note conclusive del capitolo.

## **1. Introduzione** (La telematica, le reti di computer, Internet e la loro evoluzione fino al 1996)

Il termine *telematica* nasce dalla fusione delle due parole: **TELE**comunicazione e infor**MATICA**<sup>165</sup>. Questa disciplina si occupa dei problemi relativi al trasporto e al trattamento delle informazioni (Cecconelli & Tomassini, 1993).

La telematica offre dei servizi che il CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique) così definisce: "*Telematica: servizi, diversi dai servizi telegrafici e telefonici convenzionali, che possono essere forniti agli utenti di una rete di telecomunicazioni; questi servizi che spesso usano tecniche teleinformatiche, permettono l'invio o la ricezione di informazioni documentarie pubbliche o private, ivi comprese consultazioni di archivi, prenotazioni, operazioni commerciali o bancarie*".

Strettamente connesse alla telematica sono le reti di computer. Si definisce *rete di computer* un insieme di elaboratori e di periferiche, collegati tra loro attraverso linee telefoniche o linee dedicate, il cui scopo è quello di trasferire l'informazione da un punto a un altro della rete. Un altro degli aspetti più importanti della rete è la condivisione di risorse software e hardware<sup>166</sup>.

Le reti di computer si possono classificare in quattro grandi famiglie che presentano richieste architettoniche e risorse fisiche differenti (Manicone & Mazzetti, 1996). Si hanno:

---

<sup>165</sup> Il termine è stato coniato dal francese Simon Nora per indicare la nuova disciplina sorta dalla convergenza tecnologica e sistemica tra telecomunicazioni e informatica. Questo vocabolo è prevalso su quello americano *communication*, derivante dalla fusione delle **COMPU**ter e commu**NICATION**.

<sup>166</sup> Ad esempio la condivisione di una stampante laser o di un archivio digitale.

- **LAN** (Local area Network ossia reti locali), che si estendono su brevi distanze, tra luoghi di uno stesso edificio o edifici adiacenti; purché non si calpesti il suolo pubblico e utilizzando esclusivamente apparecchiature e canali privati<sup>167</sup>;
- **MAN** (Metropolitan Area Network ossia reti metropolitane), che si estendono su distanze medio-piccole e utilizzando principi e tecnologie che si estendono su un'area limitata;
- **GAN** (Geographic Area Network ossia reti geografiche) che si estendono su aree geografiche medie e per le quali si parla di distanze anche di centinaia di chilometri;
- **WAN** (Wide Area Network ossia rete mondiali) anche molto vaste.

La figura 2 illustra la struttura di una rete telematica.

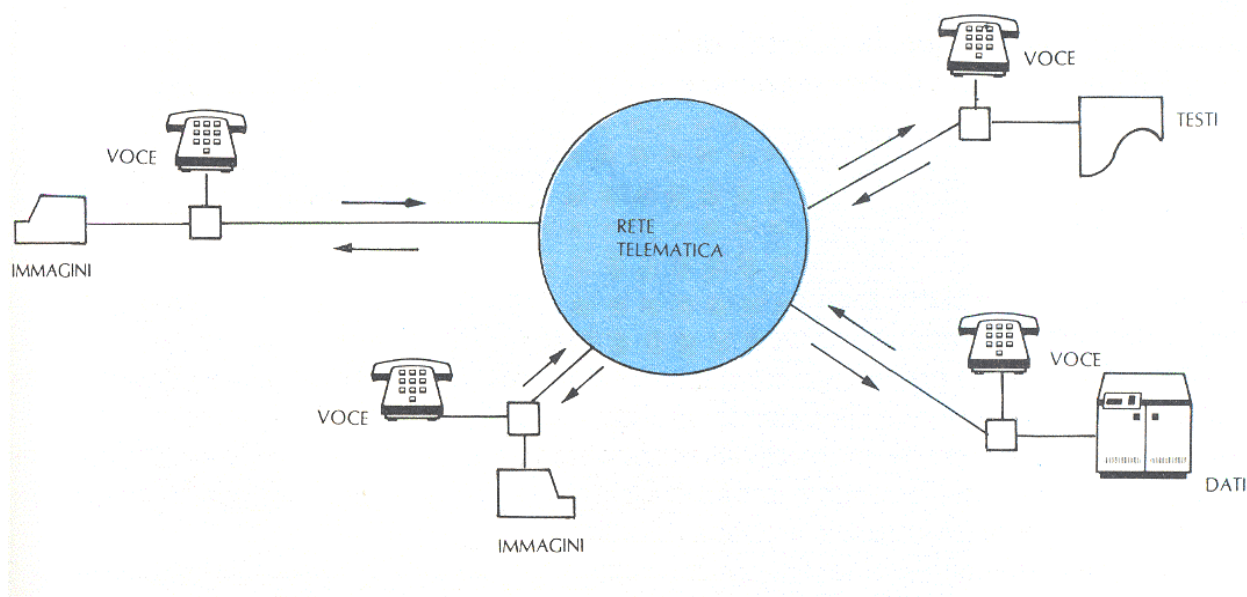


Figura 2. Struttura di una rete telematica

Un fenomeno che sta rivoluzionando la nostra vita e che è strettamente connesso alla telematica è Internet. Per comprendere in che modo Internet abbia modificato anche la didattica, è bene eseguire un breve “excursus” storico.

La parola *Internet* si ricava dalla fusione delle due parole **INTER**connected **NET**work ossia rete interconnessa<sup>168</sup>.

Internet nasce negli anni Sessanta all'epoca della guerra fredda, quando gli Stati Uniti si posero il problema di come garantire la comunicazione tra le varie basi militari, stati e città in caso di attacco nucleare. La soluzione sembrò quella di una rete telematica.

La RAND Corporation, principale associazione per progetti militari, rese nota, attorno al 1964 la sua audace soluzione:

<sup>167</sup> Nelle LAN alcuni tra i servizi più comuni sono: videotext e posta elettronica.

<sup>168</sup> Il termine è stato coniato nel 1973 dal matematico Vinton Cerf che ha partecipato attivamente alla realizzazione di Internet.

*"se la rete fosse stata progettata sin dal principio già con nodi indipendenti, ciascuno con la propria autonomia, in grado di inviare e ricevere messaggi, tutto sarebbe stato più semplice" .*

Dopo qualche tempo l'ARPA (Advanced Research Projects Agency)<sup>169</sup> del Pentagono, decise di varare un grande progetto basato sull'intuizione della RAND<sup>170</sup>. Nel 1969 nasce ARPANET<sup>171</sup>, sviluppato per conto della US Defence Advances Research Project Agency (DARPA). Questo progetto è servito per verificare la possibilità di collegamento tra gli elaboratori dei principali centri di ricerca USA tramite la tecnica della commutazione di pacchetto, la quale permette a più utenti di condividere la stessa linea di comunicazione. Si collegano quattro università americane che sono la UCLA (University of California at Los Angeles), la SRI (Stanford Research Institute), la UCSB (University of California at Santa Barbara) e l'università dello Utah presso Salt Lake City<sup>172</sup>. Trattandosi di un'applicazione militare, i criteri basilari di questa struttura dovevano privilegiare la massima affidabilità e la sicurezza: l'idea era quella di creare una struttura che consentisse ai vari computer di continuare a comunicare tra loro anche nel caso una parte di essi venisse resa inutilizzabile da malfunzionamenti casuali o deliberati (attacchi nemici). I fattori chiave per raggiungere questo risultato erano il decentramento e l'indipendenza dei computer facenti parte della rete: nessun computer avrebbe dovuto rivestire un ruolo fondamentale nello smistamento dei dati, ciascuno di essi doveva essere in grado di instradare correttamente le informazioni in arrivo e i dati in transito dovevano, inoltre, contenere tutti le informazioni necessarie al loro corretto recapito. In parole povere, se anche uno o più segmenti della rete fossero stati distrutti improvvisamente, i dati avrebbero dovuto poter essere automaticamente fatti passare su altri computer e da lì trasmessi al destinatario senza perdersi nel nulla. La tecnologia utilizzata ha permesso di creare una rete nella quale i dati avevano a

---

<sup>169</sup> ARPA è stata fondata dal presidente statunitense Dwight D. Eisenhower nel 1957. L'agenzia riunisce i migliori scienziati americani che riescono a sviluppare il primo satellite americano nel giro di 18 mesi. Qualche anno più tardi ARPA inizia a focalizzare le proprie risorse su tecnologie di comunicazione e reti telematiche.

<sup>170</sup> J. C. R. Licklider, responsabile della ricerca per migliorare le tecnologie informatiche militari, decide di trasferire i contratti ARPA dal settore privato al mondo della ricerca universitaria.

<sup>171</sup> Licklider sostiene che preso un problema esistono solo alcune persone in grado di risolverlo. Queste persone devono essere messe nella posizione di poter condividere le proprie idee e conoscenze. Ma le persone più creative spesso mancano di spirito di gruppo, ognuno finisce col creare il proprio impero e dedicare più tempo al suo ruolo di imperatore che a quello di studioso e risolutore di problemi. Licklider si impegna quindi a facilitare la comunicazione tra individui senza necessariamente riunirle in uno stesso luogo. Con questo ragionamento Licklider getta le basi per la costruzione di ARPANET.

<sup>172</sup> I quattro sistemi informatici coinvolti sono tutti eterogenei tra loro. Si tratta di:

- XDS X-7 presso UCLA
- IBM 360/75 presso UCSB
- XDS 940 presso SRI
- DEC PDP-10 presso UTAH

Il professor Kleinrock dell'università di Los Angeles con un piccolo gruppo di studenti tenta di effettuare un "logon" con il computer di Stanford. Il processo viene seguito da operatori presso i due sistemi via telefono. Kleinrock inizia col digitare la lettera "L" e ne ottiene conferma via telefono dagli operatori del computer remoto. Prosegue con la lettera "O" che viene confermata e la lettera "G". Quest'ultima genera un crash di sistema ed il processo fallisce. Tuttavia questo evento è ritenuto l'inizio della "rivoluzione" che ha dato origine a Internet.

disposizione dei percorsi alternativi. In questo modo un eventuale guasto di un segmento della rete non avrebbe impedito le comunicazioni.

Dopo il primo tentativo iniziano i collegamenti tra i diversi computer che nel 1971 sono 15 e nel 1972 diventano 37.

Grazie a queste evoluzioni, si è sviluppata un'architettura di rete innovativa denominata **Client/Server**, in cui un computer (server) fornisce un servizio al quale può accedere un altro calcolatore (client).

In seguito a vari esperimenti e correzioni, si arrivò all'invenzione e l'applicazione di uno standard di comunicazione dati chiamato **TCP/IP** (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)<sup>173</sup>.

L'adozione di un protocollo unico garantiva, inoltre, che tutti i computer della rete potessero essere in grado di comunicare tra loro senza problemi. Questo sistema si rivelò efficace al punto che lo standard TCP/IP cominciò ad essere adottato in tutto il mondo, anche per applicazioni diverse da quelle militari.

Grazie alla maggiore diffusione di sistemi operativi per mini e personal computer dotati di capacità di networking, gli anni Settanta furono caratterizzati dalla proliferazione di altre reti indipendenti come **BITNET** (Because It's Time NETwork) e **USENET** (USER's NETwork): reti non commerciali dedicate allo scambio di posta, di messaggi e conferenze, sulle quali avremo occasione di parlare in dettaglio nelle apposite sezioni. Tutte queste reti continuarono ad operare in maniera autonoma. Le cose cambiarono quando, alla fine degli anni Ottanta (esattamente nel 1986), un ente scientifico governativo americano chiamato NSF (National Science Foundation) installò cinque centri di calcolo basati su supercomputer mainframe e decise di mettere liberamente a disposizione le loro risorse ad istituzioni di ricerca non commerciali. Anche in questo caso il problema che immediatamente sorse fu quello di consentire un accesso facile ed affidabile a questi sistemi da parte di altre reti di computer (ad esempio quelle presenti nelle università). Inizialmente fu tentato l'esperimento di appoggiarsi alla rete ARPAnet già esistente (che intanto nel 1973 aveva cambiato nome in ARPA Internet) e nel 1983 aveva creato una rete separata chiamata **MILNET** (progetto che fu abbandonato per intoppi burocratici e problemi di sicurezza). Fu a quel punto che la National Science Foundation decise di istituire una propria rete autonoma, che prese il nome di **NSFNET**, basata sul protocollo Internet adattato, in modo da consentire il collegamento anche tramite le linee telefoniche e non soltanto con connessioni dedicate via cavo. Fino a quel momento l'accesso alle reti era rimasto prerogativa degli enti militari o delle grandi compagnie commerciali dotate di apparecchiature molto costose; la NSFNET iniziò ad incoraggiare le università ed i piccoli enti scientifici non commerciali a collegarsi ai propri computer e a sfruttarne liberamente le risorse. Agli studenti universitari veniva così offerta la possibilità di accedere alle rete NSFNET attraverso i computer della facoltà. La maggior parte delle università disponeva inoltre di proprie reti interne, le quali a loro volta erano interconnesse con

---

<sup>173</sup> Il protocollo TCP/IP è stato introdotto nel 1973 da Vinton Cerf. TCP definisce il formato nel quale i dati da trasmettere devono essere convertiti, mentre IP si occupa di stabilire in quale modo devono essere trasmessi. TCP/IP è basato su un metodo molto semplice, paragonabile a quello utilizzato da un ufficio postale per il recapito della corrispondenza: ad ogni computer della rete viene assegnato un codice ed i dati in transito vengono riuniti in pacchetti accompagnati dai codici necessari al loro recapito, esattamente come se fossero stati infilati in una busta sulla quale erano specificati l'indirizzo del mittente e quello del destinatario. In questo modo ogni "busta" poteva essere fatta passare attraverso vie alternative senza che andasse perduta, perché l'indirizzo del destinatario impresso su di essa garantiva che ogni sistema sapesse a chi doveva tentare di recapitarla.

reti locali appartenenti ad altre università ed enti pubblici situati sia negli USA che in altre parti del mondo. Poiché, come abbiamo visto, una delle caratteristiche di TCP/IP consiste nell'indipendenza delle connessioni, questa interconnessione multipla trasformò una serie di piccole reti locali in un'unica rete globale, garantendo così ad un numero sempre maggiore di persone l'accesso a svariati sistemi e risorse. Occorre anche dire che moltissime società produttrici di computer crearono propri accessi alla rete Internet, a volte anche con l'utilizzo di proprie reti locali<sup>174</sup>. Internet è la connessione di tutte queste reti. La diffusione di Internet negli anni Novanta è stata favorita dal **World Wide Web** (o WWW). Il WWW è un sistema ipertestuale sviluppato per potere diffondere le informazioni presenti su Internet, esso è stato sviluppato nel 1989 da un gruppo del CERN (Consiglio Europeo per la Ricerca Nucleare) di Ginevra, guidato da **Tim Berners-Lee**. L'idea era di distribuire le informazioni con un'interfaccia utente che fosse "amichevole" ("user friendly").

Il progetto del CERN prevedeva:

- un unico formato standard di documento, in forma ipertestuale, realizzato con un nuovo linguaggio HTML(Hyper Text Markup Language);
- un metodo per identificare i documenti in modo universale: URL (Uniform Resource Locator);
- un nuovo protocollo di trasmissione delle informazioni, chiamato HTTP (Hyper Text Transfer Protocol).

Alcune date importanti per lo sviluppo di Internet sono:

Nel **1992** nasce l'Internet Society, intesa come globalità di utenti che la utilizzano per le loro ricerche, per i loro studi o anche come passatempo. Gli host Internet hanno superato 1000000 di unità. Viene creata M-BONE, la prima dorsale che divulgava via Internet audio e video.

Nel **1993** viene creato **Mosaic**, il primo Web Browser per WWW, da cui nascerà Netscape.

Nel **1995** più del 50% degli utenti di Internet non era più USA, ma proviene da tutto il mondo; viene inoltre creato un nuovo linguaggio molto importante per la rete: Java.

Nel **1996** le persone connesse a Internet sono 40 milioni circa, e il volume di affari stimato su Internet tramite compravendite online si aggira attorno ad un bilione di dollari. La fortuna di Internet sta nella sua "anarchia" intesa come mancanza di una gerarchia. Non esiste infatti un nodo principale.

Dal punto di vista tecnologico, si deve inoltre menzionare lo sviluppo della comunicazione integrata immagine-voce-dati in tempo reale.

La progressiva diffusione delle reti telematiche e di Internet<sup>175</sup>, ha permesso la sua introduzione anche nell'ambito della didattica e della formazione. Nei prossimi paragrafi analizzeremo in che modo l'Italia e alcune altre nazioni hanno affrontato il problema dell'introduzione e dell'integrazione di Internet nella didattica e nella

---

<sup>174</sup> Tra le reti più importanti, nate quasi tutte negli anni Ottanta, ricordiamo:

- CompuServe: nata nel 1979 e si trattava poco più di una bbs con database e giochi per gli utenti, allora era chiamata MicroNET e nel 1980 cambiò nome in CIS (CompuServe Information Service); con gli anni acquistò anche un'interconnessione con Internet.
- Prodigy: nacque nel 1984 e fu creata dalla IBM e dalla Sears.
- GENIE: nacque nel 1985 e fu creata dalla General Electric Information Services.
- AppleLink Personal Edition: nacque nel 1988 e fu creata dalla Apple Computer e dalla Quantum Computer Services, che nel 1990 cambiò nome in America Online (AOL) e diventò uno dei provider Internet americani più famosi.
- MSN (Microsoft Network): nacque nel 1994 e fu creata dalla Microsoft.

<sup>175</sup> Grazie soprattutto alla capillarità della linea telefonica (ndr.).

formazione nei vari ordini di scuola. Tra gli strumenti che Internet mette a disposizione i più usati vi sono la posta elettronica e i motori di ricerca.

## **2. Stato dell'arte sulle ricerche didattiche che coinvolgono la telematica e Internet in campo educativo**

Le telecomunicazioni furono, senza che all'epoca si parlasse ancora esplicitamente di telematica, una componente essenziale dei primi sistemi di calcolo che erano basati su terminali collegati a grandi elaboratori remoti mediante linee telefoniche. L'architettura dei sistemi **PLATO** e **TICCIT**, due grandi progetti per la didattica interattiva varati negli anni sessanta, aveva una forte componente telecomunicazionistica sia per far fronte alle esigenze di distribuzione del courseware sia per rendere accessibile la potenza di calcolo a migliaia di terminali distribuiti sul territorio. Nella seconda metà degli anni settanta fece la sua comparsa l'elaboratore personale e si riconobbero tutti i vantaggi per l'utente di essere autonomo nel gestire le proprie risorse di calcolo e di non dover ricorrere alle telecomunicazioni, all'epoca considerate costose e inaffidabili. Finalmente le telecomunicazioni potevano esser bandite dal regno delle applicazioni dell'elaboratore alla didattica.

Negli anni ottanta continuò a diffondersi il personal computing, ma si sviluppò anche il fenomeno della telematica e delle reti di calcolatori e gradualmente si riconobbe tutta l'importanza dell'essere in rete, locale o geografica, per condividere risorse, per comunicare e per collaborare. Divennero disponibili numerosi sistemi per *teleconferenza* (EIES sviluppato presso il New Jersey Institute of Technology, PARTI sviluppato presso la University of Michigan, CoSy sviluppato dalla University of Guelph) e gradualmente molte università iniziarono a sperimentarne l'uso nella didattica.

La telematica attualmente aiuta a superare l'organizzazione didattica scolastica che è strutturata in:

- classe;
- docente;
- studenti.

Per fornire una collocazione alle attività didattiche nello scenario più generale dell'uso della telematica, si consideri il quadro sinottico riportato in figura 3 (Trentin, 1996).

Nello schema sono evidenziati due aspetti chiave:

- il modello didattico di utilizzazione che può essere suddiviso in due categorie: i modelli che non aggiungono nulla di innovativo dal punto di vista didattico e modelli che invece introducono mutamenti di un certo rilievo (Trentin, 1992);
- il momento didattico di utilizzazione della risorsa telematica che può essere suddiviso in tre diversi momenti: la progettazione didattica, la gestione della didattica e il processo di insegnamento – apprendimento.

Con questa suddivisione non è facile immaginare dei modelli innovativi, infatti il processo di insegnamento avviene prevalentemente nell'ambito della classe e la comunicazione con l'esterno è solo un ausilio. Migliori prospetti si aprono invece per quanto concerne *la formazione/aggiornamento in rete*. La prossima figura 4 illustra i diversi tipi di formazione.

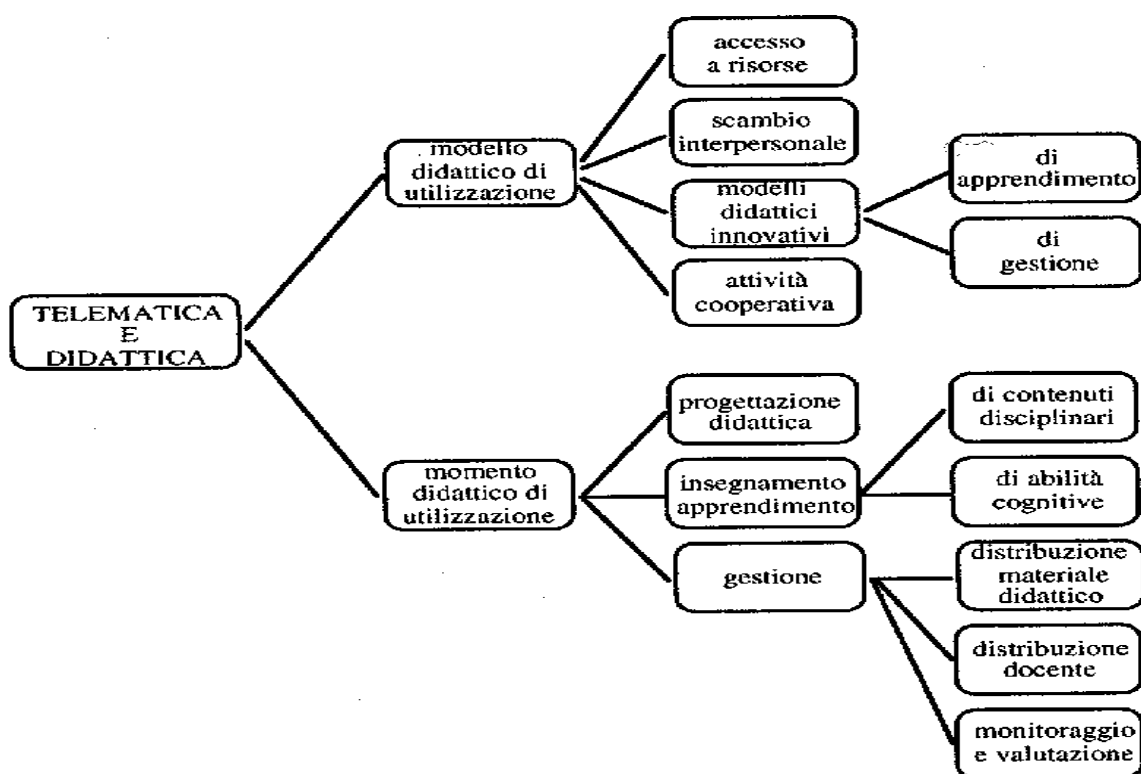


Figura 3. schema sinottico della relazione telematica e didattica.

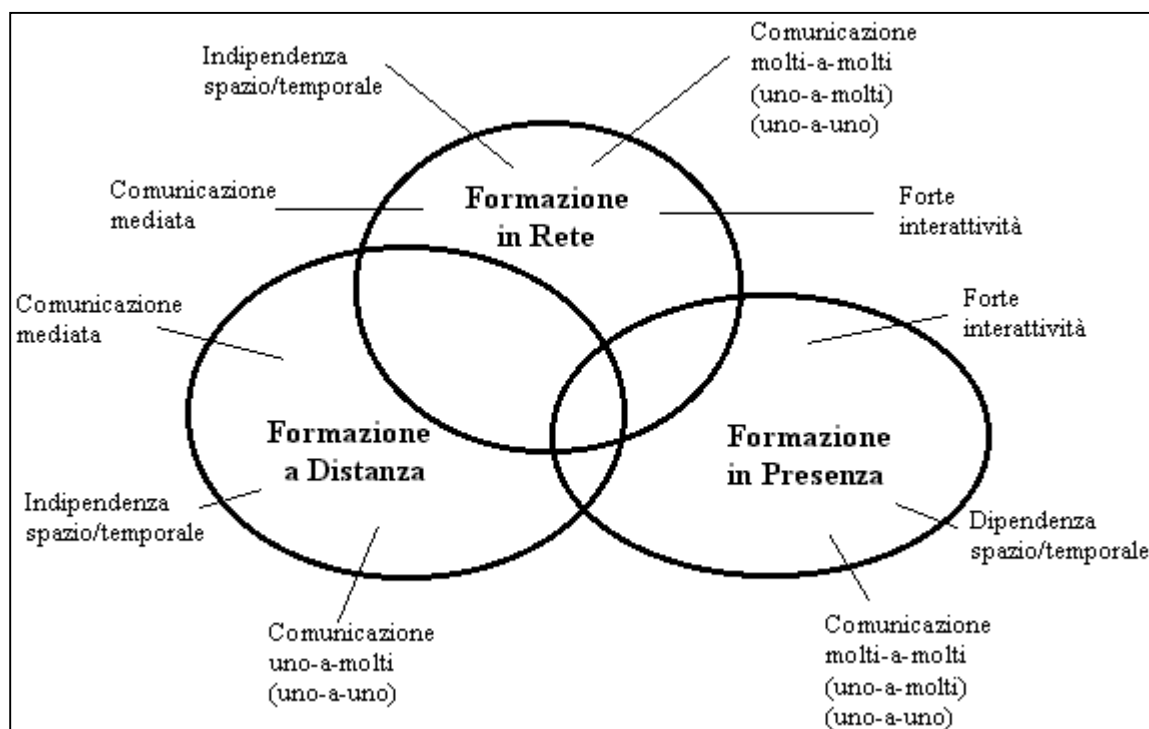


Figura 4. I diversi tipi di formazione.

In questo caso, le risorse di comunicazione assumeranno un aspetto strategico sia per ridurre i costi sia per ottimizzare l'intervento formativo.



## 2.1 All'estero

Fra le prime esperienze sviluppate, che riguardano la telematica e la didattica a distanza, vale la pena di citare quella della **Open University**, nata nel 1969, che utilizzò il sistema CoSy, sviluppato dalla University of Guelph, come una risorsa addizionale nell'ambito dei propri corsi (Mason, 1988); quella della **Jutland Open University** che iniziò ad offrire corsi nel settore della storia dell'arte e dell'archeologia attraverso teleconferenza; e quella della **Polytechnic University of New York** che diede vita a un sistema di teleconferenza a scopi educativi denominato **Connected Education** con il quale dal 1985 ad oggi sono stati offerti oltre 100 corsi interamente canalizzati per via telematica (Levinson, 1989).

Le Università iniziarono a prestare attenzione ai potenziali sviluppi che tali sistemi potevano comportare nella didattica. Un esempio di questi sviluppi nasce dalla diffusione delle cosiddette "**open University**", che, abbandonati i vecchi sistemi di formazione a distanza, basati su tecnologie tradizionali, e cioè la stampa, la posta e la televisione, affidarono gradualmente alle risorse della telematica il compito di diffondere e realizzare i propri corsi, essendo la telematica "*un amplificatore e distributore delle risorse esistenti attraverso un processo di remotizzazione*".

Negli anni novanta, sono in corso processi di grande rilievo, alcuni di natura tecnologica<sup>176</sup>, altri specificamente didattici. Tutto questo ha una diretta rilevanza per gli attori dei processi formativi sia per la possibilità di accedere a risorse utili per la didattica sia per la possibilità di scambio secondo modalità particolarmente flessibili (indipendenza dal tempo e dallo spazio, capacità di permettere anche lo scambio *molti-a-molti*, ...), sia infine per le capacità metacognitive inerenti l'uso della comunicazione telematica.

Da anni si parla di apprendimento aperto e a distanza come risposta alle crescenti esigenze formative delle società industrializzate. Inizialmente i processi di apprendimento a distanza erano basati su tecnologie tradizionali (stampa, posta e televisione) e solo gradualmente vennero introdotte componenti tecnologiche di tipo informatico e telematico<sup>177</sup>, anche se spesso con molta gradualità e prudenza. Oggi esiste la convinzione politica che i problemi dell'Università a cui si è appena accennato non possano trovare soluzione se non introducendo in modo generalizzato modalità di apprendimento aperto e distribuito basati anche sull'informatica e le telecomunicazioni (CEE, 1993).

Questo orientamento ha trovato una base tecnologica negli sviluppi delle reti telematiche a cui si è appena accennato ed oggi, soprattutto a livello della scuola, è in forte crescita il numero di esperienze cooperative che coinvolgono anche paesi diversi.

## 2.2 In Italia

*L'uso delle reti telematiche e di Internet ha coinvolto anche le scuole dell'età primaria. A Bologna è nato un progetto chiamato **Kidslink** che si richiama allo spirito del progetto internazionale Kidlink<sup>178</sup>. Kidslink è una rete dedicata*

---

<sup>176</sup> E' significativa la recente scelta della Casa Bianca di collegare in rete, su Internet, l'amministrazione USA.

<sup>177</sup> Questo aspetto è già stato illustrato nel precedente capitolo.

<sup>178</sup> Il progetto Kidslink trae spunto da Kids-91 che è un'esperienza promossa da un informatico Norvegese che, nel Dicembre del 1990, inviò ai responsabili delle reti telematiche amatoriali e della ricerca un invito a mettersi in contatto con insegnanti interessati a promuovere lo scambio di

*all'infanzia che si pone l'obiettivo di mettere in contatto i ragazzi delle scuole di Bologna con gli studenti di altre parti del mondo attraverso l'utilizzo delle moderne tecnologie<sup>179</sup>. Tra le iniziative di Kidslink è nato un progetto che si attua totalmente su Internet grazie a un software "creatore di favole"; il bambino, che entra nel sito di "favole infinite", ha a disposizione una serie di pulsanti di diverso colore, ad ognuno dei quali corrisponde una scelta di percorso (Nanni et al., 1992). Cliccando sulle diverse tinte il computer compone per il bimbo una favola.*

Con la telematica è anche possibile lo scambio di informazioni inerenti una ricerca intrapresa in modo collettivo. Si pensi alla collaborazione tra classi appartenenti a differenti istituti situate in città diverse. Ne è un esempio **Laboratorio in rete** che è un progetto di ricerca per l'innovazione e il miglioramento dell'Educazione Scientifica con l'uso di nuove tecnologie. Ad esso partecipano una decina di classi di Scuola Media che comunicano tra loro, attraverso modem e computer, e con alcuni ricercatori in Fisica e Biologia dell'Università di Milano (Gambini & Giordano, 1996). Protagonisti sono gli studenti che si scambiano messaggi inerenti al lavoro di Scienze svolto a partire dallo studio di un ambiente naturale.

Dalle osservazioni di tipo qualitativo i partecipanti alla ricerca sono passati a una fase quantitativa che consisteva nell'eseguire misure di alcune variabili e nello scambiare i dati per via telematica, costruendo un data base comune.

Tale progetto non solo ha avuto un aspetto didattico per gli studenti, ma anche una valenza formativa per gli insegnanti; infatti anche i docenti hanno raggiunto un notevole grado di familiarità con la discussione collettiva in rete telematica, con tutti i vantaggi di scambi di opinioni e dibattiti veloci.

Inoltre la copresenza nel progetto con altri insegnanti e con altri ricercatori li ha resi più disponibili alla sperimentazione sia di nuove modalità di lavoro sia di percorsi didattici aperti e flessibili. Da questo progetto è scaturito l'audiovisivo dal titolo: *Laboratori in Rete: una grande classe telematica* che rappresenta un importante strumento di aggiornamento per gli altri insegnanti interessati all'uso didattico delle reti telematiche e alla costruzione collaborativa della conoscenza.

### **3. Il progetto didattico: "Web Learning Environment"**

Il progetto "Web Learning Environment" è un piccolo progetto pilota, sviluppato presso una scuola media superiore italiana, per un corretto utilizzo di Internet nella didattica. Uno degli scopi del progetto è l'individuazione di quali strumenti di cui dispone Internet possano condurre a un valore aggiunto rispetto a una didattica tradizionale.

La ricerca si avvale solo di piccoli fondi messi a disposizione dell'Istituto Professionale di Stato per i Servizi Commerciali, Turistici e della Pubblicità "Leopoldo Franzosini" di Verbania. Questi fondi hanno permesso l'acquisto di un personal computer con processore 80386 (con 8 Mb di memoria RAM e 20 Mb di hard disk) e dotato di un modem a 28800 bps.

---

messaggi tra i loro studenti sfruttando l'apporto delle nuove tecnologie. Data la partecipazione e l'entusiasmo incontrato da Kids-91 gli organizzatori del progetto hanno deciso di continuare l'esperienza anche per i prossimi anni dando al progetto il nome "KIDLINK: Global Networking for Youth 10-15" che è stato finanziato anche dalla "Norwegian Computer Society" e dal "Royal Departement of Church, Education and Research of Norway".

<sup>179</sup> Consultare il sito: <http://arci01.bo.cnr.it>.

### 3.1 Caratteristiche del progetto

Lo scopo primario della ricerca “Web Learning Environment” è quello di effettuare esperienze didattiche e formative che integrino l'utilizzo di Internet. Il progetto copre il periodo dal 1995 – 1996 ed è organizzato in tre fasi distinte, schematizzate nella prossima figura 5<sup>180</sup>.

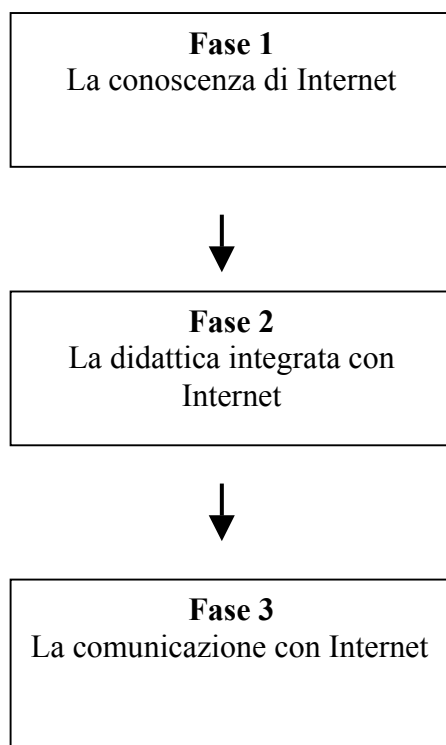


Figura 5. Le tre fasi del progetto “Web Learning Environment”

### 3.2 Il mio contributo all'interno del progetto "Web Learning Environment"

Il mio ruolo all'interno del progetto “Web Learning Environment” è quello di insegnante di Informatica Gestionale, nonché di ideatore e coordinatore del progetto presso dell'Istituto “Franzosini” di Verbania.

Periodo di sviluppo del progetto: quasi un intero anno scolastico (dal mese di dicembre 1995 al mese di giugno del 1996).

Le classi coinvolte nel periodo 1995-1996 sono le quinte, sezioni A e B, Analisti contabili ad indirizzo informatica gestionale (per un totale di 25 studenti).

Il corso di Informatica Gestionale presenta il seguente quadro orario:

Classe	Ore di teoria	Ore di laboratorio	Ore totali
Quinta	2	2	4

Il programma ministeriale impone di svolgere i seguenti moduli didattici che rappresentano la struttura portante del quinto anno:

---

<sup>180</sup> Vedremo in seguito che queste 3 fasi si suddivideranno in ulteriori sotto fasi, ciò è in accordo con un approccio top-down.

- I sistemi operativi;
- Le Basi dati;
- Le reti di computer.

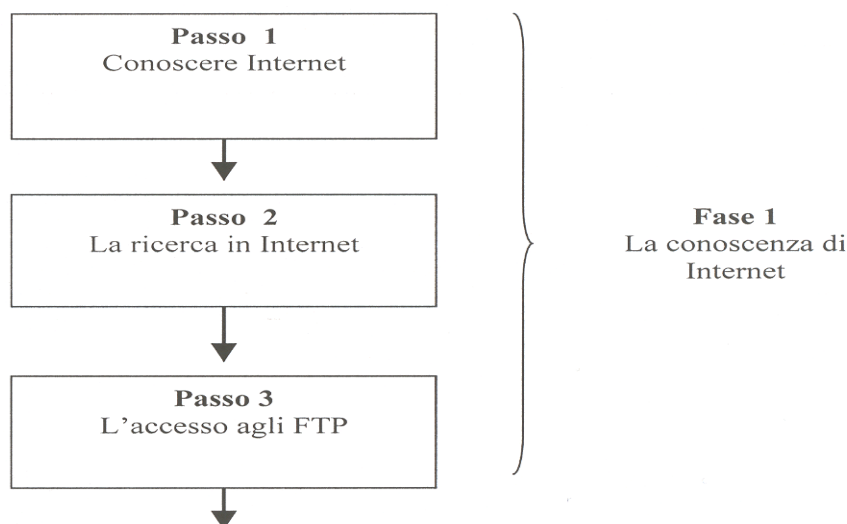
E' interessante notare la presenza del modulo "Reti di computer" che permette al docente di introdurre Internet come argomento curricolare e strettamente connesso alla telematica. Il quesito a cui desidero fornire una risposta con il progetto WLE è il seguente:

***"E' possibile integrare Internet in una didattica tradizionale in modo da migliorare la qualità dell'insegnamento?"***

Per fornire una risposta alla precedente domanda ho cercato di integrare le lezioni teoriche con attività di laboratorio (due ore alla settimana).

Le attività pratiche vengono svolte nel laboratorio di informatica che è dotato di 12 personal computer IBM compatibile con processore 80286. Per il collegamento in Internet abbiamo utilizzato un solo computer<sup>181</sup>. I calcolatori utilizzati hanno caratteristiche medio-basse ma si deve tenere conto che la scuola dispone di pochi finanziamenti<sup>182</sup> che le hanno permesso solo di acquistare un computer che sarà la postazione di collegamento<sup>183</sup>.

La sperimentazione, organizzata inizialmente in 3 fasi distinte, è suddivisa in ulteriori 6 sotto passi, in modo da poterne controllare l'evoluzione nel tempo, come illustrato in figura 6.



<sup>181</sup> Il computer ha le seguenti caratteristiche:

- processore Pentium® con clock a 200 MHz;
- 12 Mbyte di memoria RAM; 5
- 40 Mbyte di hard disk;
- scheda grafica SVGA;
- monitor di 14 pollici a colori;
- scheda modem fax 28800 baud;
- sistema operativo Windows 95® ;
- strumento per la navigazione Netscape Navigator®
- strumento per la posta elettronica Eudora® e Outlook®.

<sup>182</sup> La situazione della scuola superiore italiana non è delle migliori in Europa. I fondi per finanziare attività nel campo della ricerca didattica sono veramente esigui e agevolano scuole con un alto numero di studenti iscritti.

<sup>183</sup> Il fatto di avere un solo accesso a Internet complica l'organizzazione delle attività di laboratorio.

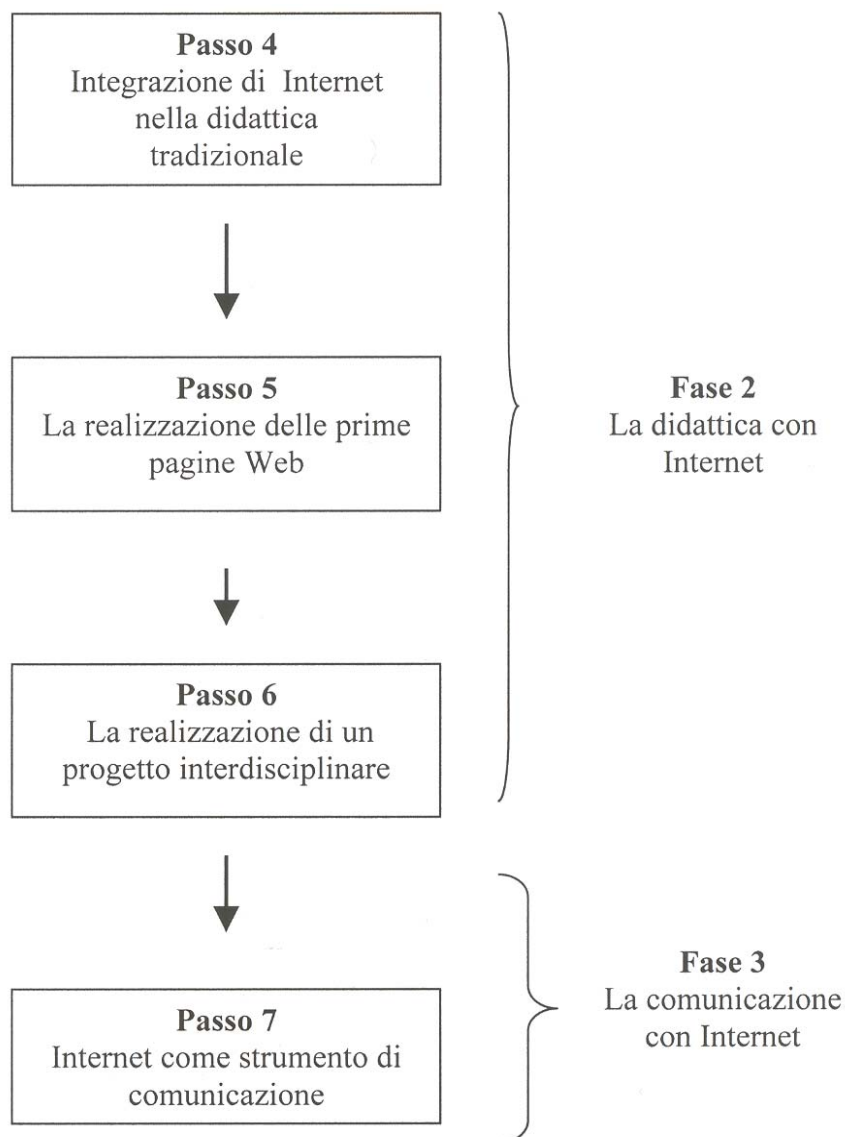


Figura 6. Organizzazione in passi del progetto WLE.

### 3.2.1 Primo passo: conoscere Internet

Il primo passo della sperimentazione è dedicato alla spiegazione di Internet, della sua storia e della sua evoluzione.

I prerequisiti che gli studenti devono possedere sono i seguenti:

- conoscenza dei concetti di informatica di base;
- saper utilizzare l'ambiente Windows®;
- cenni sulla fruizione di documenti organizzati in modo ipertestuale.

Gli obiettivi minimi da conseguire sono i seguenti:

- conoscere la storia di Internet e la sua organizzazione;
- comprendere come avviene la comunicazione in rete<sup>184</sup>;

<sup>184</sup> E' interessante notare che in Internet si hanno due forme di comunicazione: una *libera* e *destrutturata* (la posta elettronica o E-mail), che avviene in linguaggio ordinario, l'altra organizzata

➤ saper fruire di documenti organizzati in modo ipertestuale.

Si è pensato di far apprendere agli studenti l'uso di Internet, direttamente in Internet, limitando al minimo le spiegazioni teoriche con la metodologia didattica tradizionale. Ciò stato possibile facendo consultare dei corsi che esistono già in rete sulla spiegazione di Internet, la sua storia e le sue caratteristiche.

In relazione a queste scelte didattiche, abbiamo impostato le attività nel laboratorio di informatica, suddividendo gli studenti in gruppi di lavoro di due (al massimo tre) persone che a turno hanno navigato in Internet, per circa 30 minuti<sup>185</sup>.

Particolarmente interessante dal punto di vista didattico è il corso ideato presso il Dipartimento di Scienze dell'Informazione dell'Università di Milano.

Si tratta di un ipertesto creato, dalla dottoressa Elena Barbacovi.

Questo ipertesto è ben calibrato per la didattica in quanto è stato creato per l'esame di Scienze dell'istruzione. Esso si trova all'indirizzo<sup>186</sup>:

**<http://twilight.dsi.unimi.it/Users/sdi/barbacovi/prog1/Lezione/indice.html>**

La figura 7 illustra la pagina principale<sup>187</sup> del sito. Si noti l'interfaccia utente amichevole e la semplicità di organizzazione della home page.



Figura 7. La home page del corso dedicato a Internet e sviluppato Dipartimento di Scienze dell'informazione di Milano

Grazie al corretto approccio didattico nella presentazione degli argomenti, consultando questo ipertesto gli allievi hanno iniziato a familiarizzare con:

- l'uso del mouse in Internet;
- le iperconnessioni (e di conseguenza la lettura ipertestuale);

secondo una tecnica ormai consolidata che consiste nella "navigazione" in un ipermedia quasi illimitato (il World Wide Web).

<sup>185</sup> La scuola non possiede una rete che collega tutti i computer (ndr.).

<sup>186</sup> Il sito attualmente non è più accessibile.

<sup>187</sup> Nel gergo informatico la pagina principale viene definita "Home page".

- i simboli di INTERNET;
- i significati degli indirizzi di INTERNET;
- la Netiquette.
- gli URL;
- gli FTP.

Durante la navigazione è necessaria la supervisione dell'insegnante che interviene però solo in caso di estrema difficoltà. La presenza dell'insegnante evita però un particolare fenomeno chiamato "clicking" (ossia la pressione del bottone del mouse per passare da una pagina all'altra) senza nessun controllo da parte degli studenti. Per svolgere questa fase sono state necessarie 6 ore, alla fine della quale gli studenti sono in grado di collegarsi e di consultare alcune pagine WEB, sapendosi orientare nella lettura ipertestuale.

### 3.2.2 Secondo passo: la ricerca in Internet

Internet offre agli utenti una enorme quantità di informazioni, che possono essere utili nella formazione didattica e nella preparazione di brevi tesi da presentare all'Esame di Maturità. Come diceva Neisser *"Sappiamo vedere solo ciò che sappiamo cercare"* è quindi determinante far apprendere agli allievi il modo di reperire velocemente le informazioni disponibili nella rete. Per abituarli ad una navigazione intelligente, è stata prestata particolare attenzione ai motori di ricerca. Si tratta di strumenti utilissimi: è infatti sufficiente scrivere in una casellina una parola o un insieme di parole e, dopo qualche istante di elaborazione, appare un elenco di tutti i siti che contengono l'argomento cercato, al quale si può accedere con un clic del mouse. Per questo motivo il secondo passo del progetto WLE è dedicato alla conoscenza dei motori di ricerca. Si tratta di grandi archivi che raccolgono il collegamento a milioni di pagine WEB, tramite indici di parole e frasi associate ai rispettivi URL.

Un motore di ricerca si interroga per:

- sapere cosa c'è sulla rete (infatti molti motori di ricerca presentano degli elenchi relativi ad argomenti di tipo generale (ad esempio: Arte, Computer, Educativi, Notizie, e così via). Facendo clic su uno degli argomenti, si otterrà un ulteriore elenco inerente l'argomento stesso.
- cercare un argomento specifico, attraverso parole chiave. Dopo la ricerca verranno visualizzati gli indirizzi delle pagine WEB che contengono la nostra parola inserita (o le nostre parole chiave).

Si possono analizzare i seguenti motori di ricerca<sup>188</sup> (in parentesi è inserito il loro indirizzo Internet).

- Yahoo (<http://www.yahoo.com>);
- Lychos (<http://www.lychos.com>);
- Altavista (<http://altavista.digital.com>);
- The WEBCRAWLER Tool (<http://www.webcrawler.com>);
- Virgilio (<http://www.virgilio.it>)

Gli obiettivi minimi di questa fase sono:

---

<sup>188</sup> E' interessante notare che dall'elenco manca Google che oggi è il motore di ricerca più usato, per il semplice motivo che all'epoca di questa sperimentazione ancora non esisteva.

- saper interrogare in modo adeguato un motore di ricerca impostando correttamente la parola chiave;
- saper usare gli operatori booleani (AND, OR) tra le parole chiave della ricerca;
- saper usare i doppi apici.

Un ulteriore ed utile esercizio che abbiamo svolto<sup>189</sup> è quello di confrontare i risultati di ricerche di una stessa chiave eseguite con i diversi motori. In questo modo è possibile un confronto delle loro prestazioni.

### 3.2.3 Terzo passo: l'accesso agli FTP

Questa terza fase è orientata alla conoscenza di un'altra importante potenzialità che Internet offre: quella di potere "scaricare" dei programmi di utilità pagandoli dei prezzi veramente bassi.

Gli obiettivi minimi richiesti in questa fase si possono così riassumere:

- saper consultare le pagine degli FTP (sono organizzate in modo ipertestuale);
- saper "scaricare" un programma;
- sapere scompattare e installare un programma prelevato dalla Rete.

Soprattutto per l'ultimo obiettivo è necessaria la collaborazione iniziale dell'insegnante. Per trasferire un file da un computer ad un altro attraverso Internet, si utilizza il protocollo di trasmissione *FTP* (File Transfer Protocol).

Ogni fornitore di servizio Internet (Internet provider) ha un suo sito dove è possibile "scaricare"<sup>190</sup> moltissimi programmi e applicazioni. Il software disponibile può essere di diverso tipo ed è catalogato in relazione al sistema operativo che si utilizza.

Gli studenti hanno imparano a classificare i programmi disponibili su Internet in tre diverse tipologie:

- programmi *freeware* che sono essenzialmente prodotti da appassionati e ricercatori. Questi programmi si possono usare con tutta libertà;
- programmi *shareware* che sono anch'essi creati da appassionati ma che ne limitano l'uso agli altri utenti per un intervallo di tempo in genere di trenta giorni. Si rivolgono alla correttezza di chi li usa con messaggi del tipo: "Questo programma può essere usato liberamente per trenta giorni. Per continuare a usarlo si prega di inviare xx dollari a ...";
- programmi *cardware* sono analoghi ai programmi freeware, ma gli autori di questi programmi chiedono come indennizzo per il loro lavoro, la spedizione di una cartolina da parte di chi utilizza il loro programma<sup>191</sup>.

I programmi sono in forma compressa, per occupare meno spazio sul disco del server di rete e per diminuire i tempi di trasferimento delle informazioni (si rammenti che si utilizza la linea telefonica come canale di comunicazione).

La compressione avviene utilizzando speciali programmi, i *compattatori*, che usano degli algoritmi particolari di archiviazione delle informazioni su disco. Tra i più noti compressori ricordiamo PKZIP®. Dopo l'operazione di compressione, il file assume l'estensione .ZIP ed è in questo formato che viene trasferito sulla linea telefonica. Per poterlo eseguire è necessario svolgere l'operazione inversa, ossia "decomprimerlo" o "scompattarlo". Uno dei più noti scompattori è PKUNZIP.

<sup>189</sup> Questo esercizio è propedeutico alla materia informatica.

<sup>190</sup> In inglese: to download.

<sup>191</sup> In questo modo, gli autori sono a conoscenza delle nazioni in cui il loro programma è utilizzato.



### 3.2.4 Quarto passo: integrazione di Internet nella didattica tradizionale

Il quarto passo è quello che permette di realizzare una sorta di didattica interdisciplinare con Internet. Le materie coinvolte sono: Letteratura italiana, Informatica, Scienze delle finanze e Lingua inglese<sup>192</sup>.

L'attività è stata svolta nel laboratorio di informatica, con la presenza sia del docente della materia coinvolta sia del docente di informatica.

Per quanto riguarda la Letteratura italiana, i siti consultati sono stati parecchi, ma solo 3 sono stati utilizzati nella didattica.

All'indirizzo:

**<http://www.ecs.net/scrivere/DANTE/GUIDA.HTM>**

gli studenti hanno navigato in un ipertesto creato dalla prof.ssa Nanda Cremascoli<sup>193</sup> e dedicato allo studio critico delle opere di Dante.

Altro sito analizzato contiene una raccolta di opere italiane, dalle poesie ai "Promessi Sposi". Si trova all'indirizzo: **<http://www.crs4.it/riccardo/Letteratura>**

La figura 8 illustra una pagina dei "Sonetti" di Ugo Foscolo.

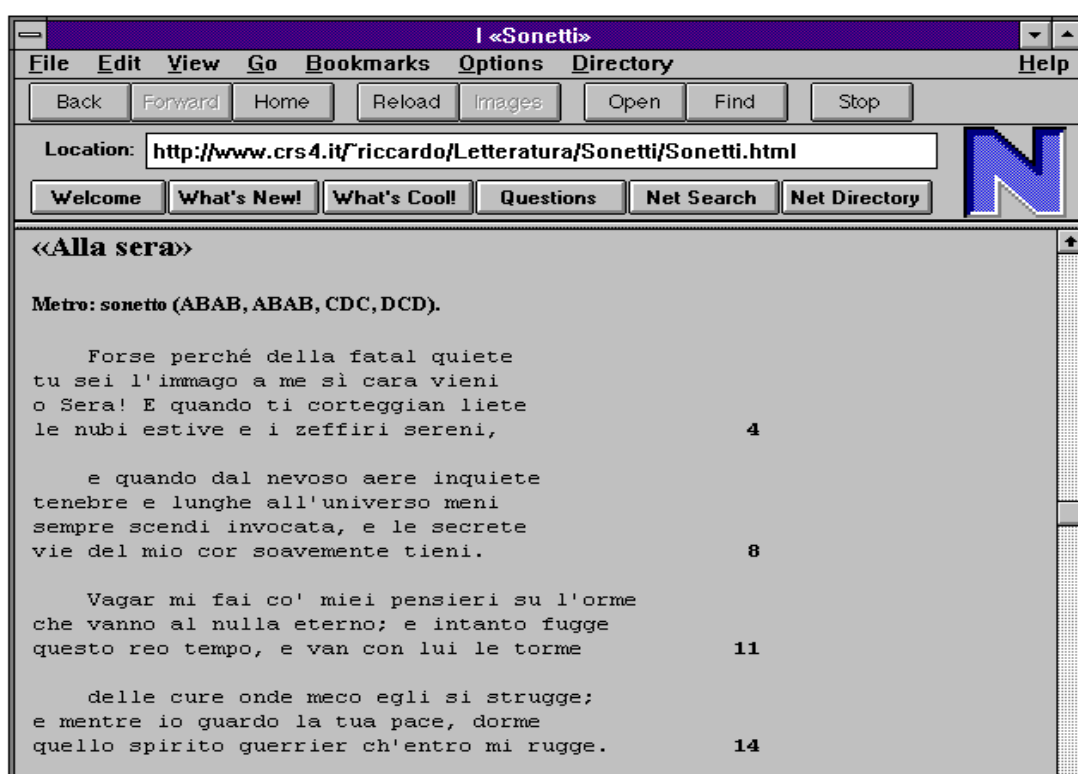


Figura 8. Una pagina WEB inerente i "Sonetti" di U. Foscolo

E' stato inoltre visitato il sito:

**<http://www.augustea.it/skool>**

nel quale si riportano delle esercitazioni di scrittura svolte da Nanda Cremascoli. Si tratta di esercizi pensati per gli studenti della scuola media superiore, i quali possono essere d'aiuto a chi desidera migliorare le proprie capacità di composizione di vari

<sup>192</sup> E' noto che gli insegnanti delle materie tecniche sono avvantaggiati rispetto agli insegnanti delle materie umanistiche in quanto questi ultimi non sono abituati all'uso delle nuove tecnologie.

<sup>193</sup> La prof.ssa Cremascoli ha partecipato anche al progetto "Work Station per il docente", descritto nel capitolo 1.

tipi di scritto: una lettera, una cronaca, un curriculum vitae, una relazione o un saggio. Per ognuno vengono presentati esempi ed esercizi. La pagina inerente il curriculum vitae è stata letta con particolare attenzione dagli studenti, in quanto scrivere correttamente il proprio curriculum può essere d'aiuto nell'inserimento nel mondo del lavoro. Per questo gli studenti hanno consultato il sito all'indirizzo:

**<http://www.augustea.it/%7Ebanfi/scrivere/Guida/2curtx.htm#borella>**

per potere imparare a scrivere un curriculum vitae. Alla fase che ha coinvolto la Letteratura italiana sono state dedicate 8 lezioni di laboratorio (in tutto 16 ore).

La seconda materia coinvolta in questa fase è la Lingua inglese a cui sono state dedicate 4 lezioni di laboratorio (per un totale di 8 ore). E' interessante notare che gli studenti, consultando le pagine WEB non italiane, si sono resi conto dell'importanza della conoscenza della lingua inglese, utilizzata come strumento di comunicazione a livello internazionale. Per potere approfondire alcuni aspetti della grammatica e alcune forme idiomatiche, sono state consultate, insieme alla docente di madrelingua inglese, le pagine presenti nel sito: **<http://www.comenius.com:fable:index.html>**

Si tratta di un corso di inglese che procede per gradi ed è accessibile a tutti. Si articola in esercizi di comprensione del testo e altri ai quali bisogna rispondere dopo avere letto un brano. Se il personal computer con cui si naviga in Internet è dotato di schede audio, si possono sentire le pronunce delle parole. Se si desidera ulteriormente approfondire la lingua, vi è anche la possibilità di collegarsi con il docente tramite l'indirizzo di posta elettronica che compare sullo schermo. In questo caso si avranno lezioni "private" di inglese scritto<sup>194</sup>. La figura 9 illustra una pagina ipertestuale di tale corso.

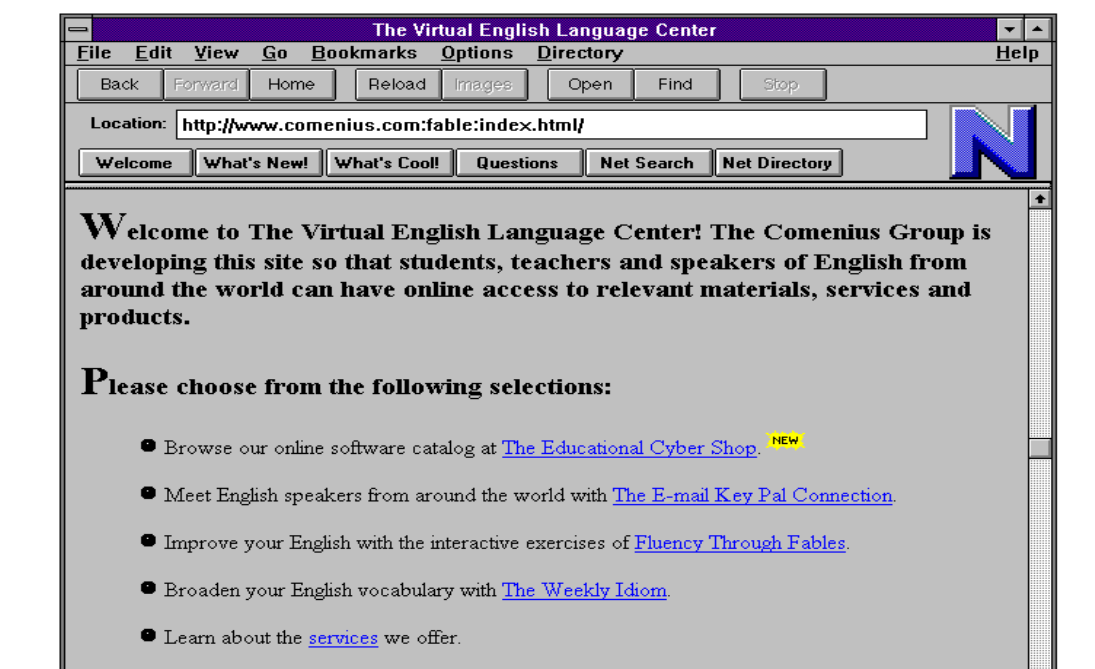


Figura 9. Pagina ipertestuale dedicata a un corso di inglese.

Per quanto riguarda la disciplina Scienze delle finanze, sono stati consultati, per circa 4 ore, siti finanziari che offrono le novità inerenti la denuncia dei redditi<sup>195</sup>.

<sup>194</sup> Un paio di studenti hanno utilizzato da casa questo corso per "rinforzare" le loro conoscenze nella lingua inglese.

<sup>195</sup> Questa pagina si trova all'indirizzo: <http://www.vol.it/IT/IT/EDICOLA/FISCALITA/index2.htm#740>

Per la materia Informatica sono stati consultati due siti. Il primo è dedicato agli ipertesti e agli ipermedia<sup>196</sup>; mentre il secondo, che si trova all'indirizzo <http://www.html.it>, contiene dei mini corsi per l'apprendimento del linguaggio *HTML* (HyperText Mark-up Language). Le conoscenze acquisite in questo linguaggio tramite uno studio online, si possono stabilire nelle seguenti tematiche:

- come utilizzare diversi tipi di carattere all'interno di pagine Web;
- come inserire,
- come creare collegamenti (link) tra diverse pagine;
- come creare collegamenti su immagini o icone.

Queste conoscenze sono di basilare importanza nel quinto passo, dedicato alla realizzazione delle Web.

### 3.2.5. Quinto passo: La realizzazione delle prime pagine Web

Dopo che gli allievi hanno appreso le basi del linguaggio HTML, si è pensato di far realizzare loro delle semplici pagine Web, la cui organizzazione gerarchica è illustrata in figura 10.

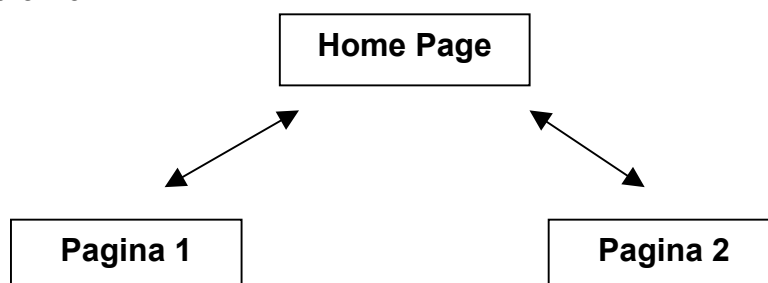


Figura 10. Organizzazione del primo semplice ipertesto creato dagli studenti

Ogni gruppo di allievi ha lavorato per circa due ore utilizzando il Blocco Note di Windows per scrivere queste prime pagine Web<sup>197</sup>.

Dopo avere eseguito questo semplice esercizio gli studenti hanno creato, in due ore un ipertesto per presentare la loro scuola. L'organizzazione gerarchica è stata prima stabilita su carta e poi sono state realizzate le pagine WEB con le varie iperconnessioni. Gli studenti hanno discusso tra loro per le scelte grafiche da utilizzare nell'ipertesto.

Alla fine hanno deciso di:

- utilizzare poche foto ed immagini (in modo da evitare i lunghi tempi di attesa per il loro trasferimento dal server al computer)
- scrivere testi brevi per quanto concerne la parti esplicative, in modo da permettere che una pagina video corrispondesse a una pagina ipertestuale (evitando in questo modo lo scrolling).

Queste pagine sono disponibili all'indirizzo Internet:

**[http:// www. verbania.alpcom.it/franzosini/ini.htm](http://www.verbania.alpcom.it/franzosini/ini.htm).**

---

ed è stata trovata utilizzando il motore di ricerca THE WEBCRAWLER Tool tramite la chiave: Fiscale. E' da notare che le notizie offerte online sono più aggiornate rispetto alle Gazzette Ufficiali.

<sup>196</sup> Questo sito trova all'indirizzo: [http:// www.infosys.it/INFO90/obbligo/antinucc.html](http://www.infosys.it/INFO90/obbligo/antinucc.html).

<sup>197</sup> Si potrebbe introdurre l'uso di uno dei Web-editor presenti sul mercato (ad esempio Front Page®). Un Web editor però introduce all'interno di una pagina Web molte istruzioni di controllo, spesso incomprensibili agli studenti,. Per questo motivo è preferibile, all'inizio della conoscenza dell'HTML, utilizzare il Blocco Note per scrivere i primi semplici ipertesti.

### 3.2.6 Sesto passo: La realizzazione di un progetto interdisciplinare

Il sesto passo del progetto WLE è dedicato alla realizzazione di un ipertesto di tipo cooperativo con forti valenze interdisciplinari. La scelta dell'argomento da sviluppare in modo ipertestuale è nato dal fatto che gli studenti hanno visto, durante la fase di navigazione in Internet, che non esisteva sulla rete alcun materiale che fornisse informazioni esaurienti sulla nostra provincia del Verbano Cusio Ossola (VCO). Per questo motivo, gli studenti hanno pensato di realizzare una presentazione ipermediale che valorizzasse alcuni aspetti della "neonata" provincia del VCO. A questo progetto sono stati dedicati gli ultimi due mesi dell'anno scolastico, e i suoi obiettivi si possono così riassumere:

- Essere in grado di lavorare in modo cooperativo;
- Sapere progettare un ipertesto;
- Sapere tradurre in corretta lingua inglese.

Per potere raggiungere questi obiettivi il sesto passo del progetto WLE è stato ulteriormente suddiviso nelle ulteriori quattro fasi illustrate in figura 12.



Figura 12. Fasi intermedie per la progettazione di un ipertesto cooperativo.

Il lavoro è stato svolto in un clima cooperativo. Non si confonda il termine *cooperativo* con il termine *collaborativo* (anche se in alcune ricerche vengono considerati "interscambiabili").

Come riportano infatti **Dillenbourg** et al (1994) "...la cooperazione è accompagnata dalla divisione del lavoro tra i partecipanti e ciascuna persona è responsabile di una

*parte ben precisa di esso... mentre la collaborazione coinvolge un reciproco impegno dei partecipanti in uno sforzo coordinato per risolvere un problema insieme.*" (Dillenbourg et al., 1994). Miyake ha però mostrato che in un ambiente collaborativo è possibile una spontanea divisione dei compiti (Miyake, 1986, p. 174).

Non si evita quindi l'ambiguità se si considera la collaborazione come una "non distribuzione del lavoro" ("*...Defining collaboration by the non-distribution of labour does not avoid ambiguities...*") (Dillenbourg et al., 1994)

Ad esempio **Hiltz** (1988) definisce l'apprendimento di tipo collaborativo come: "*...un processo in cui viene enfatizzato, all'interno di un gruppo, l'impegno collettivo di studenti e docenti, finalizzato al raggiungimento di nuove abilità e competenze attraverso la condivisione di informazioni e conoscenze*"

A tale riguardo **Antony Kaye** (1994) scrive: "*Collaborare (co-labore) vuol dire lavorare insieme, il che implica una condivisione di compiti e un'esplicita intenzione di "aggiungere valore", per creare qualcosa di nuovo o differente attraverso un processo collaborativo deliberato e strutturato, in contrasto con un semplice scambio di informazioni o esecuzione di istruzioni. Un'ampia definizione di apprendimento collaborativo potrebbe essere l'acquisizione da parte degli individui di conoscenze, abilità o atteggiamenti che sono il risultato di un'interazione di gruppo, o, detto più chiaramente, un apprendimento individuale come risultato di un processo di gruppo*".

Il mio ruolo all'interno di questo ambiente di tipo cooperativo si modifica rispetto alla didattica tradizionale; infatti aiuto e coinvolgo gli studenti nelle attività di didattiche di laboratorio (Slavin, 1995). Tra le attività da me svolte in questo ambiente vi sono state le seguenti:

- Osservare e intervenire tra i diversi gruppi di lavoro;
- Rispondere alle domande poste dai vari gruppi;
- Incoraggiare il lavoro dei diversi gruppi;
- Coinvolgere e motivare i diversi gruppi;
- Facilitare lo studente nel processo di responsabilizzazione e auto-valutazione.

I miei studenti hanno assunto un ruolo attivo all'interno dell'ambiente di apprendimento diventando loro stessi esperti e istruttori. I loro ruoli svolti all'interno dei diversi gruppi sono stati modificati. Tra i diversi ruoli svolti dagli studenti ricordiamo:

- Capo del gruppo di lavoro o coordinatore;
- Catalogatore delle informazioni;
- Specialista di alcuni strumenti s/w (ad esempio del programma che svolge le animazioni);
- Controllore del lavoro svolto dai gruppi;
- Mediatore;
- Osservatore delle dinamiche dei gruppi.

I gruppi sono stati da me creati in modo eterogeneo rispettando:

- le diverse abilità;
- le diversità culturali.

Dopo che ho costituito i gruppi di lavoro e ho stabilito la rotazione dei ruoli nelle attività di laboratorio, il lavoro è stato organizzato rispettando la suddivisione in fasi illustrata in figura 12.

### 3.2.6.1 Raccolta del materiale da inserire in Internet

Nella fase di raccolta del materiale sono state coinvolte le biblioteche locali ed altre specializzazioni dello stesso istituto e due altre scuole della provincia. Hanno infatti collaborato gli studenti:

- del quinto anno del corso sperimentale di Tecnico dell'Impresa Turistica, dello stesso istituto;
- dell'Istituto Alberghiero "E.Maggia" di Stresa;
- dell'Istituto Professionale "Formont" di Druogno.

Le informazioni raccolte sono tutte in forma testuale (articoli, libri).

### 3.2.6.2 Scelta del materiale da inserire in Internet

In questa fase, lunga e laboriosa, si è dovuto stabilire quali informazioni inserire all'interno dell'ipertesto.

Le considerazioni che hanno permesso questa scelta sono state le seguenti:

1. l'ipertesto conterrà informazioni relative a una provincia con una connotazione geografica molto eterogenea<sup>198</sup>;
2. si tenderà a valorizzare gli aspetti che possono incentivare il turismo di questa provincia;

Queste considerazioni hanno aiutato gli studenti a stabilire che l'ipertesto avrebbe trattato i seguenti argomenti:

- caratteristiche geografiche del VCO;
- itinerari turistici in battello, in automobile, in bicicletta, in mountain bike e a piedi<sup>199</sup>;
- specialità gastronomiche<sup>200</sup>;
- ricette locali<sup>201, 202</sup>.

---

<sup>198</sup> Si va dalle rive del lago Maggiore, alle colline della zona del Cusio fino alle alte cime delle Alpi (in Val d'Ossola).

<sup>199</sup> Forniti dagli studenti del quinto anno del corso di Tecnico dell'Impresa Turistica, dello stesso istituto.

<sup>200</sup> Per potere influenzare i turisti verso la scelta della provincia del VCO come meta delle loro vacanze, sono stati presentati anche gli aspetti gastronomici, evidenziando il fatto che la conformazione geografica ha favorito lo sviluppo di una cucina eterogenea. Dopo avere descritto i pesci del Verbano Cusio, il pane, i prodotti caseari e i salumi dell'Ossola, sono stati presentati due menù: uno inerente specialità di lago e l'altro inerente specialità di montagna.

<sup>201</sup> Poiché la provincia del VCO presenta caratteristiche di forte eterogeneità sia geografica sia culinaria, si è pensato di evidenziare ciò presentando itinerari turistici nelle tre aree (Verbano Cusio Ossola) che coinvolgono mezzi di locomozione diversi: ad esempio gli itinerari del Cusio sono proposti per i ciclisti, quelli del Verbano per automobilisti; mentre quelli dell'Ossola sono per gli amanti del trekking. Lo stesso parametro è stato adottato per la presentazione delle specialità gastronomiche e per le ricette (a base di pesce di lago per il Verbano-Cusio e di specialità di montagna per l'Ossola).

<sup>202</sup> Le ricette che coinvolgono le specialità di lago sono state fornite dagli studenti dell'Istituto "E.Maggia" di Stresa, mentre le che coinvolgono le specialità di montagna sono state fornite dagli studenti dell'Istituto "Formont" di Druogno, che hanno spedito via fax le ricette dell'Ossola e la loro storia.

La prima interdisciplinarietà è stata quella realizzata con il docente di Tecniche Turistiche che ha aiutato gli studenti nella scelta degli itinerari da proporre.

### **3.2.6.3 Progettazione dell'ipertesto in lingua italiana**

Dopo avere raccolto e scelto il materiale, si è passati alla progettazione dell'ipertesto.

Si è stabilito su supporto cartaceo:

- il numero delle pagine (in tutto 70: 35 in italiano e 35 in inglese);
- l'organizzazione dell'ipertesto (è stata privilegiata una organizzazione di tipo gerarchico);
- le iperconnessioni;
- la presentazione grafica;
- la scelta dei caratteri grafici;
- la regola per l'uso del neretto, del corsivo etc.;
- la scelta dei tasti di ritorno alla prima pagina (home page) e alla pagina precedente;
- le immagini da inserire nell'ipertesto e da digitalizzare.

Solo dopo avere stabilito queste regole rigorose si è passati alla creazione delle pagine WEB da editare nel linguaggio HTML (HyperText Mark-up Language). Gli studenti delle due classi quinte hanno lavorato suddividendosi i compiti, chi editava le ricette, chi gli itinerari e così via.

In questa fase vi è stata interdisciplinarietà con l'insegnante di Laboratorio di Trattamento Testi che ha concesso molte sue ore curriculari agli allievi per potere portare a termine il lavoro.

Lo strumento S/W usato per editare le pagine WEB è stato Blocco Note di Windows. Le pagine WEB realizzate presentano dei collegamenti ad altre pagine ad esse connesse (in gergo informatico questi collegamenti si chiamano iperconnessioni).

Per facilitare il lettore nella "navigazione", all'interno dell'ipertesto, sono stati creati due pulsanti che compaiono nella parte inferiore di ogni pagina; il primo, situato in basso a sinistra, permette di ritornare alla prima pagina (home page), il secondo, posto in basso a destra, consente di ritornare alla pagina precedente.

La mancanza di iperconnessioni tra pagine situate allo stesso livello gerarchico, ha permesso di semplificare l'ipertesto.

Per evitare le lunghe attese che spesso caratterizzano il completo caricamento delle pagine WEB quando si accede alla rete, sono state stabilite ulteriori limitazioni:

- lo sfondo utilizzato è quello previsto dal linguaggio HTML identificato con il codice esadecimale "F0F0F0" (grigio, per evitare di affaticare la vista);
- le fotografie a colori digitalizzate non devono superare i tre centimetri di altezza e i quattro di larghezza;
- il formato delle fotografie è JPEG, in quanto consente la massima compressione.

Osservando questi accorgimenti gli studenti sono riusciti a produrre pagine che non facessero attendere minuti per il loro completamento, una volta rese disponibili in rete.

#### 3.2.6.4 Verifica dell'ipertesto in lingua italiana

Prima di tradurre l'ipertesto in lingua inglese e rendere fruibile l'ipertesto dai "navigatori", è stato necessario controllare:

- che tutte le iperconnessioni fossero corrette;
- che i tasti "home" e "back" collegassero esattamente le pagine;
- che le immagini avessero le giuste dimensioni e il giusto formato;
- che i tempi di caricamento delle pagine WEB non fossero lunghi.

Per la verifica e il controllo delle pagine è stato utilizzato il S/W shareware Hot Dog®.

#### 3.2.6.5 Progettazione dell'ipertesto in lingua inglese

Dopo avere completato le 35 pagine WEB in italiano, si è proceduto alla realizzazione dell'ipertesto in inglese. E' stato un lavoro lungo, soprattutto di controllo degli eventuali errori grammaticali e sintattici.

L'interdisciplinarietà è stata realizzata con i docenti di lingua inglese, aiutati da una lettrice di lingua madre che ha controllato la correttezza sintattica e semantica delle traduzioni svolte dagli studenti.

La docente di lingua madre ha fatto assumere al lavoro di traduzione una forma meno "scolastica".

Il lavoro completo (70 pagine WEB) è stato inserito su un server di rete ed è stato donato al Presidente della Provincia del Verbano Cusio Ossola. E' un dono che la scuola ha fatto a una struttura pubblica.

Il progetto è stato strutturato in modo tale che il "navigatore", sia italiano sia straniero, che desidera visitare le nostre località e provare uno degli itinerari presentati, può stampare la pagina che a lui interessa direttamente a casa sua e averla su supporto cartaceo.

E' visibile dai "surfisti virtuali" di tutto il mondo all'indirizzo: [http:// abacus/verbania/tour/prini.htm](http://abacus/verbania/tour/prini.htm).

Un aspetto che si desidera sottolineare è l'entusiasmo con cui gli allievi hanno svolto tutto il lavoro. Si trattava di produrre un ipertesto che sarebbe stato utile alla collettività e non uno dei soliti lavori svolti nell'ambito della scuola e con nessun "aggancio" con la realtà.

#### 3.2.7 Settimo passo: la comunicazione con Internet

I futuri analisti contabili dovranno abituarsi a utilizzare INTERNET come strumento di comunicazione, in quanto fra un paio d'anni tutti gli uffici e i più piccoli enti ne usufruiranno. Per questo motivo il settimo passo, e ultimo passo, di questa sperimentazione didattica è stato orientato all'uso della posta elettronica. Lo strumento software utilizzato è stato Eudora Light ®.

Si è potuto constatare che la posta elettronica ha una doppia valenza:

- di *socializzazione* (per colloquiare con scuole e classi di uno stesso indirizzo di studi);
- di *fruizione* di uno strumento di lavoro particolarmente stimolante.

Permette inoltre una comunicazione di tipo asincrono e quindi libera dai vincoli di tempo (Loughlin, 1993). La posta elettronica è stata anche usata da uno studente portatore di handicap, del terzo anno del corso di operatore elaboratore dati, per



potere trovare degli "amici telematici". La figura 13 illustra il testo della prima lettera che il ragazzo ha inviato.

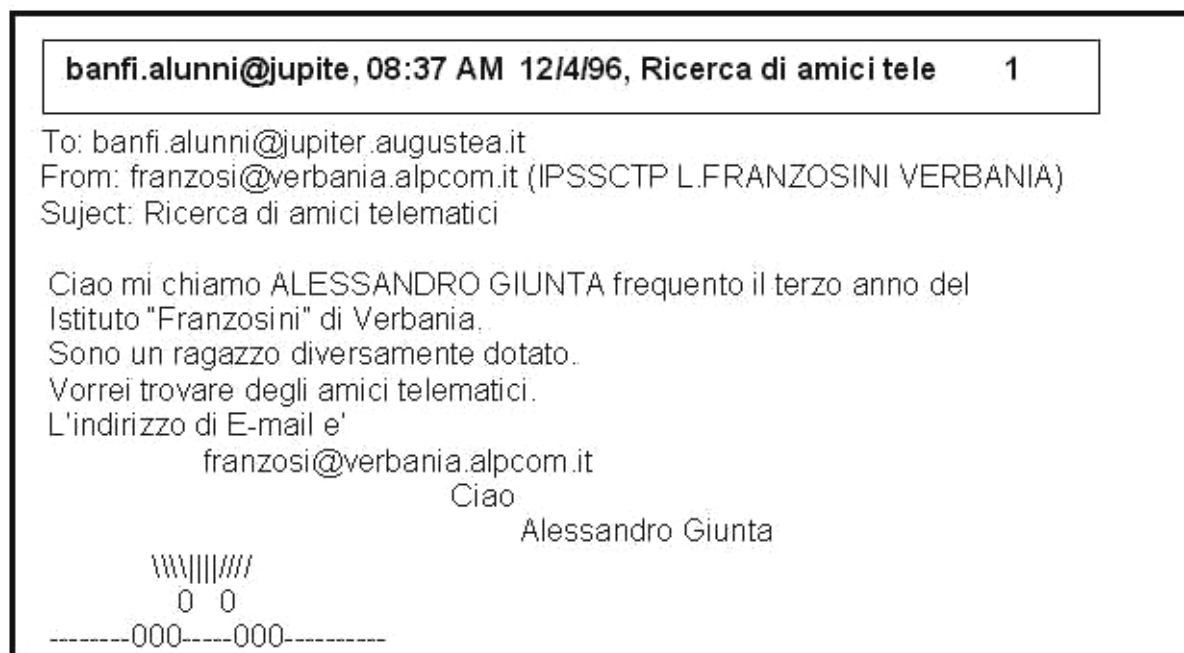


Figura 13. Un messaggio telematico di uno studente portatore di handicap

Notevole è stato l'impatto emotivo per tale allievo quando alcune studentesse del Liceo classico di Oreno gli hanno risposto, la figura 14 illustra il loro primo contatto.

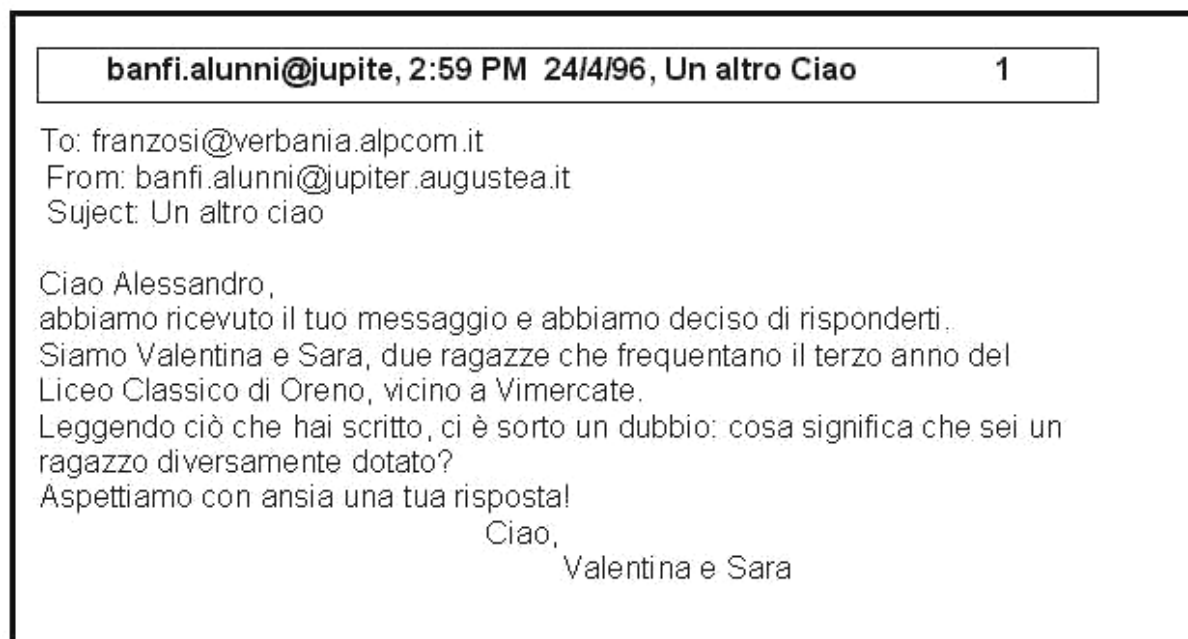


Figura 14. Primo messaggio telematico ricevuto dallo studente portatore di handicap

La figura 15 riporta invece una delle lettere di risposta che lo studente portatore di handicap ha inviato.



- consultare siti per l'approfondimento della lingua inglese e della letteratura italiana, integrando questo materiale in una didattica tradizionale;
- confrontarsi con coetanei sui programmi scolastici svolti;
- favorire la socializzazione, soprattutto fra portatori di Handicap o fra studenti nazionalità diverse;
- realizzare una sorta di "democrazia allargata" dove i portatori di handicap possono dire la loro senza vincolo psicologico;
- progettare ipertesti che coinvolgono più discipline, utilizzando un apprendimento di tipo cooperativo.

Tra gli aspetti positivi del progetto WLE è stata evidenziata la possibilità di:

- integrare Internet e le sue risorse in una didattica tradizionale;
- lavorare in modo interdisciplinare tra i docenti;
- creare un ambiente didattico di tipo cooperativo;
- favorire la comunicazione per gli studenti portatori di handicap.

Tra gli aspetti negativi del progetto WLE ho riscontrato:

- un forte ostacolo da parte di alcuni insegnanti che hanno visto in Internet e nelle reti telematiche un mezzo che può modificare la loro importanza e il loro ruolo didattico e che hanno quindi ostacolato il progetto;
- la difficoltà di coordinarsi tra docenti di diverse discipline;
- un alto numero di ore dedicato per la preparazione dell'ipertesto cooperativo che ha coinvolto più materie d'insegnamento e che può scoraggiare a intraprendere progetti analoghi.

Un aspetto che nel progetto WLE non è approfondito riguarda la cooperazione dei docenti per via telematica. La posta elettronica è stata infatti utilizzata molto poco dai miei colleghi coinvolti nel progetto, in quanto per loro era più semplice la comunicazione di tipo "face to face" durante le ore di lezione. Ciò è stato favorito dal fatto che il progetto era circoscritto solo al nostro istituto.

#### 4. Conclusioni

Vale la pena chiedersi: "Telematica nella didattica oppure didattica attraverso la telematica?"

Penso che solo osservando il fenomeno da questi due diversi punti di vista, si riesca a definire il valore che la telematica può offrire alla scuola, soprattutto nell'apprendimento collaborativo. Con Internet è inoltre possibile superare i vincoli di spazio, infatti due insegnanti coinvolti nella medesima sperimentazione<sup>204</sup>, uno a Palermo e uno a Milano, possono scambiarsi informazioni senza doversi incontrare "fisicamente". Molto importante è quindi lo sviluppo della formazione e della cooperazione a distanza, ciò può favorire il contenimento della spesa da parte del Ministero della Pubblica Istruzione per la creazione dei poli di aggiornamento.

I vantaggi offerti da questo nuovo approccio si possono così riassumere:

- *comunicazione a distanza;*
- *clima collaborativo;*
- *ambiente di comunicazione permanente* (ossia il docente non è abbandonato dopo il termine del corso di aggiornamento);
- *tecnologia pronta allo scambio dei materiali s/w prodotti;*

---

<sup>204</sup> Sperimentazioni didattiche ministeriali che spesso coinvolgono scuole che fanno parte di regioni diverse (ndr.).

- *il s/w e il sistema di comunicazione è attivo nel tempo* (ossia può essere usato anche per altri aggiornamenti);

Internet, la telematica e il cyberspazio di William Gibson possono servire alla didattica? Io credo di sì, e le attuali ricerche in campo didattico lo stanno dimostrando (Gross, 1992; Trentin, 1996; Brown 2000). Alcuni degli scenari sono ancora da inventare, lasciando ampio spazio alla creatività<sup>205</sup>.

John Green, in un suo recente libro, presenta la nuova frontiera della comunicazioni. Come fa lui stesso notare: *"Negli anni Sessanta, Marshall McLuhan ci insegnò a pensare ai media non tanto in termini di quello che trasportano – il contenuto - ma in termini di come la loro presenza cambia il nostro modo di vivere. E' toccato a Internet chiarire l'intuizione di McLuhan, ma ogni volta che inviamo un messaggio di posta elettronica o ci connettiamo a un sito World Wide Web, siamo testimoni della trasformazione che i computer hanno indotto nella vita quotidiana. E non saremo più gli stessi. Ma il processo di digitalizzazione si sviluppa più profondamente del World Wide Web..."* (Green, 1998).

Green descrive alcuni scenari futuri nei quali prevede anche come sarà la didattica dell'inizio del XXI secolo. Si parla di meta-libro (o onni-libro) inteso come computer tascabile grazie al quale ci si potrà collegare in rete e fruire di tutte le potenzialità da essa offerte. Il Web e la connettività universale aiuteranno le scuole con pochi fondi, mettendo a loro disposizione molti prodotti multimediali gratuiti con i quali impostare la propria didattica. Un'altra innovazione sarà costituita dai *gruppi d'esplorazione studenti – insegnanti*. Si tratta di studenti e insegnanti, riuniti in classi, che potranno raggiungere on-line un gruppo esterno impegnato in un'esplorazione (ad esempio nei siti archeologici, in osservatori astronomici, durante progetti ecologici etc).

Durante queste visite on-line il gruppo potrà discutere il contesto scientifico in cui si sviluppa quel progetto oppure osserverà il procedere delle operazioni potendo commentare e interagire con i componenti operanti sul campo. L'autore ipotizza inoltre che uno dei più popolari siti on-line sarà il "gruppo esploratore studenti - insegnanti" che si collegherà con una stazione spaziale potendo impostare e svolgere semplici esperimenti in assenza di gravità. L'interattività tra i componenti del gruppo e i ricercatori permetterà di impostare una didattica più incisiva rispetto a quella attuale, in genere chiusa tra le quattro pareti di un'aula.

### **Pubblicazioni di Nicoletta Sala scaturite da questa esperienza**

INTERNET: una rivoluzione nel campo delle comunicazioni (1996). *Didattica delle scienze e informatica*, n° 184, Casa editrice La Scuola, Brescia, pp. 48 -51.

Cyberdidattica con INTERNET (1996). *Atti del convegno Inforscuola '96* Ed. Hugony  
Internet, comunicazione e didattica (1996). *Atti convegno Mathesis: I fondamenti della Matematica per la sua didattica e nei loro legami con la società contemporanea*, Mathesis Sezione di Verona, pp. 125-132.

Internet, didattica e formazione in rete (1997). *Didattica delle scienze e informatica*, n° 191, casa Editrice la Scuola, Brescia, pp. 53-55.

---

<sup>205</sup> Per riconoscere la reale portata delle nuove tecnologie in cui didattica, ricerca e diffusione della conoscenza non sono più distinguibili è opportuno segnalare la poderosa opera di Stephen Wolfram: *A New Kind Of Science* (2004).

Internet un esempio di progetto interdisciplinare (1997). Didattica delle scienze e informatica, n° 193, casa Editrice la Scuola, Brescia, pp. 48- 50.

Internet: istruzioni per l'uso (1998) Preprint Cerfim (Centro di Ricerche in Fisica e Matematica) Locarno 38/98.

Web Riders: an Experience of the Use of Internet in Educational Process (1999). *Electronic Proceedings ICDE 99 (World Conference on Distance Learning)*, Vienna, 22 - 25 June 1999.

Regional Identity Preservation Using the Internet (1999). *Proceedings Book World Conference on WWW and Internet WEBNET 99 Honolulu*, 24 - 30 October 1999, Edited by Paul de Bra & John Leggett Printed in the USA, p. 1753.

Collaborative Hybrid CD-ROM/Internet in a "Learning by Doing and Creating " environment (2000). *Proceedings Ed-Media 2000 (World Conference on World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Educational Telecommunications)*, Vol. 2, pp. 1461-1462

Web Learning Environment (WLE): An Example of the Use of The Internet in Educational Process. Volume 2 Issue 4 (ISSN 1438-0625) publication of IEEE Learning Technology Task Force (LTTF). Disponibile all'indirizzo: [http://lttf.ieee.org/learn\\_tech/](http://lttf.ieee.org/learn_tech/)

Web Based Learning Environment: to follow the instructions (2000). *Abstracts WEBNET 2000 (World Conference on the WWW and the Internet)*, San Antonio, Texas, USA, p. 973.

Web Based Learning Environment: an Example (2000). *Proceedings WEBNET 2000 (World Conference on the WWW and the Internet)*, San Antonio, Texas, USA, pp. 807-808.

Nuove tecnologie, Internet e didattica: lo stato dell'arte (2001). *IS Informatica e Scuole*, n. 4 gennaio 2001, Hugony Editore, pp. 38 -39.

Internet per la finanza e nella finanza: nuove frontiere nella comunicazione, nel commercio e nell'investimento (2001). *Finanza Computazionale Atti della Scuola Estiva 2000*, Università di Venezia, pp. 293 – 310.

The Internet And The "Learning by Doing" Strategy In The Educational Processes: A Case of Study (2001). *Proceedings International Conference on Advanced Learning Technologies ICALT 2001* Madison, Wisconsin, USA, 2001, pp. 103 – 104.

Multimedia Technologies in a Cooperative Computer Supported Environment With a Constructivist Approach (2001). *Proceedings International Conference International Conference Internet and Multimedia Systems and Applications IMSA 2001*, Honolulu, Hawaii, USA, pp. 26 – 30.

Cooperative Hypertext: An Educational Example. *The Turkish Online Journal of Distance Education (TOJDE)*, January 2002, Vol. 3, number 1, ISSN 1302-6488. Disponibile all'indirizzo: <http://tojde.anadolu.edu.tr>

The "Net" in Education: some operative examples (2001). *Proceedings International Conferences on Info-tech & Info-net (ICII 2001)*, Beijing, China, pp. 60-65.

Cooperative Learning In The Hypertext Development: An Example (2001). *Proceedings International Conferences on Computer in Education (ICDE) 2001*, Seoul, Korea, pp. 1659 - 1660.

## Capitolo 4

### Periodo di esperienza 1997-2001: La multimedialità come strumento per una didattica attiva e costruzionista

#### Premessa

Lo scopo di questo capitolo è di presentare in che modo la multimedialità e l'apprendimento di tipo cooperativo abbiano influenzato la didattica, introducendo un ruolo attivo dello studente nel proprio processo di apprendimento. Questa tematica viene affrontata anche attraverso la descrizione e l'analisi di una mia sperimentazione didattica che ho denominato "Learning by Doing and Creating".

In questa sperimentazione didattica due campioni di studenti<sup>206</sup>, di una scuola superiore italiana, hanno realizzato un ipermedia su un argomento a loro sconosciuto in partenza e durante lo sviluppo dell'ipermedia hanno costruito la conoscenza dell'argomento stesso e degli strumenti informatici coinvolti. Un'importante considerazione che è alla base della mia sperimentazione sta nel fatto che i nuovi media (ipertesti, multimedialità e Internet) nei contesti educativi hanno permesso di introdurre l'apprendimento di tipo cooperativo sotto forma di sviluppo di progetti ipertestuali e ipermediali<sup>207</sup> (quelli che vengono definiti "authoring multimediali") (Cesareni, 1995; Calvani, 1996). In questi progetti in genere si codifica, sotto forma ipertestuale, alcuni argomenti le cui conoscenze sono state conseguite utilizzando gli strumenti didattici tradizionali<sup>208</sup>.

L'authoring multimediale permette, se utilizzato in modo opportuno, di impostare la didattica con una modalità di tipo "Learning by Doing"<sup>209</sup> e un *approccio di tipo costruzionista*. Al centro del "Learning by Doing" vi è la nozione di scuola attiva, il cui principio fondamentale è che l'insegnamento non deve essere subito passivamente attraverso la ricezione di nozioni mnemoniche, ma deve essere il risultato dell'attività volontaria dello studente, impegnato in lavori che rispondano ai suoi interessi e alle sue scelte. L'opera dell'educatore deve quindi limitarsi a suscitare in lui i giusti interessi, a fornirgli i materiali e a guidarlo nella realizzazione dei suoi lavori.

Uno dei primi studiosi ad applicare la modalità "Learning by Doing" fu il filosofo e pedagogista statunitense **John Dewey** (1859-1952). La filosofia di Dewey venne da lui stesso definita "strumentalismo" in quanto egli interpretò la facoltà di "ragionare" come uno strumento per elaborare l'esperienza<sup>210</sup>. Ciò presuppone che il soggetto

---

<sup>206</sup> Un terzo campione di studenti è stato utilizzato ma non per la realizzazione dell'ipermedia.

<sup>207</sup> Alcune ricerche hanno inoltre dimostrato che lo studio con gli ipertesti e la loro realizzazione può favorire l'apprendimento (Spiri, Jehng, 1990).

<sup>208</sup> La classica lezione frontale con l'ausilio della lavagna o della lavagna luminosa.

<sup>209</sup> "Learning by Doing" letteralmente significa "imparare facendo".

<sup>210</sup> Per Dewey il punto di partenza è l'esperienza. Egli però non ridusse l'esperienza al concetto che di essa formulò l'empirismo classico e che fu generalmente condiviso dalla filosofia tradizionale, anche quando questa si attestò su posizioni lontane dall'empirismo. L'esperienza non si colloca per Dewey sul piano della conoscenza, ma su quello dell'azione pratica. L'esperienza è data, infatti,

non sia riducibile alla sola ragione, ma si dia, appunto, un soggetto protagonista attivo, che usa la ragione, indagando, per colmare gli squilibri tra sé e l'ambiente circostante a partire dai propri bisogni.

Il *costruzionismo* è stato invece introdotto da **Seymour Papert**, studente di Piaget, che ha stabilito che l'apprendimento è facilitato se avviene costruendo un artefatto<sup>211</sup> (Harel & Papert, 1991). Spesso si può generare confusione tra il significato che la parola "costruire" assume nella teoria di Papert e in quella di Piaget<sup>212</sup>. Il *pensiero concreto*, che è solo uno stadio intermedio nella visione epistemologica di Piaget, diventa invece per Papert il protagonista dell'apprendimento; un apprendimento fondato sui tre principi che sono (Papert, 1980):

- La *continuità* con le esperienze e le conoscenze pregresse del soggetto,
- La *potenza* nel realizzare progetti personali carichi di significato;
- La *risonanza culturale* delle conoscenze da apprendere.

Papert fa riferimento all'epistemologia dell'*indeterminatezza gestita* e al "*procedere per aggiustamenti*", in un continuo confronto con i risultati perseguiti (Papert, 1993).

L'approccio di Papert, unitamente ad altri strumenti informatici, concorre alla realizzazione della versione costruttivista dell'*apprendimento significativo* di David Jonassen (Jonassen, 1994; 1995). L'apprendimento significativo di Jonassen è una delle teorie su cui verrà impostata la mia sperimentazione didattica "Learning by Doing and Creating".

Il capitolo è così organizzato: il paragrafo 1 introduce un approfondimento inerente l'apprendimento significativo. Il paragrafo 2 analizza invece lo stato dell'arte relativo alle ricerche che coinvolgono la multimedialità nella didattica con un approccio di tipo cooperativo o costruzionista. Il paragrafo 3 è dedicato alla descrizione del progetto didattico "Learning by Doing and Creating" che ha coinvolto tre classi di un istituto tecnico industriale italiano in tre diversi anni scolastici e che mi ha avuto come ideatrice e coordinatrice. Nel quarto paragrafo di questo capitolo vi sono le conclusioni e il paragrafo 5 è dedicato alla bibliografia.

"Learning by Doing and Creating" è un progetto pilota che rappresenta un tentativo di integrare l'approccio costruzionista nello sviluppo di un ipermedia. L'architettura dell'ambiente di apprendimento che si approfondisce in questo ambito è di tipo **CSCL** (Computer Supported Cooperative Learning) e viene adattata dall'ambiente di apprendimento che ho denominato "Learning by Doing and Creating".

---

dall'interazione tra l'organismo e l'ambiente in cui esso opera: è un sentire che è sempre anche un reagire.

<sup>211</sup> Come afferma lo stesso Papert: "*whether a sand castle on the beach or a theory of the universe.*" (tratto dal capitolo "Situating Constructionism" del libro "Constructionism" edito da Seymour Papert e Idit Harel).

<sup>212</sup> Come afferma Gudziel: "*The confusion that I and others have about these terms stems from (a) similar looking words and (b) meaning at different levels of the word **construct**. Piaget was talking about how mental constructions get formed, philosophical constructivists talk about how these constructions are unique (noun construction), and Papert is simply saying that constructing is a good way to get mental constructions built. Levels here are shifting from the physical (constructionism) to the mental (constructivism), from theory to philosophy to method, from science to approach to practice*" (Gudziel, 1997).

Ho pensato di utilizzare l'autoring multimediale in modo che l'apprendimento degli studenti potesse avvenire in modo attivo. Per questo motivo due classi<sup>213</sup> terminali di una Scuola Media Superiore italiana<sup>214</sup>, in due diversi anni scolastici (1997/98 e 1998/99), hanno realizzato un ipermedia sulle Reti Neurali, argomento che gli studenti non conoscevano all'inizio del progetto<sup>215</sup>. Ho cercato di analizzare se, grazie allo sviluppo multimediale di un argomento prima sconosciuto, possa avvenire l'apprendimento dell'argomento stesso. Con l'approccio che ho impostato:

1. è stata simulata una mini casa di produzione multimediale in cui gli studenti hanno, a turno, svolto i diversi ruoli lavorativi presenti<sup>216</sup>;
2. gli allievi hanno costruito, in modo attivo, la conoscenza sia dell'argomento sviluppato (Reti Neurali) sia degli strumenti informatici ed elettronici utilizzati durante la creazione dell'ipermedia stesso.

Il metodo di ricerca che ho utilizzato si può collocare nel gruppo di quelli definiti da Campbell e Stanley come disegni sperimentali (Campbell, Stanley, 1966).

Per la sua realizzazione, in via sperimentale, si sono posti subito alcuni problemi:

1. La non possibilità di formare un campione casuale (ossia la "randomizzazione"<sup>217</sup>), ma, per motivi burocratici e di organizzazione didattica all'interno della scuola, è stato necessario utilizzare come campione una classe già formata<sup>218</sup>;
2. Il lavoro che si intende far sviluppare agli studenti impone un ambiente di tipo cooperativo e gli studenti non sono abituati a lavorare in gruppo (mentre la diffusione capillare del computer negli ambienti di lavoro impone invece un'abitudine alla collaborazione);
3. i docenti utilizzano raramente situazioni cooperative di tipo educativo come impone il progetto (mentre le nuove tecnologie ne favoriscono lo sviluppo).

Le tre classi campione appartengono tutte a un Istituto Tecnico Industriale ad indirizzo Informatica di Verbania (Italia). Nel dettaglio, nell'anno scolastico 1997/98 la classe era costituita da 15 studenti; mentre nell'anno scolastico 1998/99 la classe era composta da 14 allievi e nell'anno scolastico 1999/2000, una classe quarta di 15 studenti<sup>219</sup>.

Nell'ambito della ricerca sono considerate variabili di sfondo:

---

<sup>213</sup> La terza classe è stata coinvolta nel progetto, ma non nella realizzazione dell'ipermedia. E' stata infatti utilizzata come elemento di comparazione tra la didattica tradizionale e quella costruttivista utilizzata nella mia sperimentazione.

<sup>214</sup> Un Istituto Tecnico Industriale ad Indirizzo Informatico.

<sup>215</sup> La scelta dell'argomento è stata casuale ed è nata dalla domanda che uno studente mi ha rivolto durante la lettura di un articolo tecnico dedicato alle nuove tecnologie informatiche: "*Che cosa sono le reti neurali?*"

<sup>216</sup> Ciò ha permesso di avvicinarli a una condizione reale di lavoro.

<sup>217</sup> Un problema analogo è stato incontrato anche nella sperimentazione del progetto Ecolandia (Cesareni, 1995).

<sup>218</sup> Se fosse stato utilizzato un campione casuale allora sarebbe stato necessario lavorare in orario extra scolastico, ma si è tenuto conto sia dell'alto numero di ore (36 alla settimana) che l'istituto impone agli studenti che lo frequentano, sia del tempo da dedicare al progetto (3 ore alla settimana per un anno scolastico).

<sup>219</sup> Dello stesso Istituto Tecnico e dello stesso indirizzo.



- le abilità scolastiche, in particolare quelle pratiche inerenti l'informatica di base <sup>220</sup> e le abilità di tipo verbale (comprensione della lettura<sup>221</sup>);
- la diversità d'età.

Sono invece considerate variabili dipendenti:

- le conoscenze relative alle Reti Neurali trattate nell'ipermedia;
- le conoscenze relative agli strumenti informatici sia software sia hardware coinvolti nello sviluppo ipermediale<sup>222</sup>.

La sperimentazione didattica è stata suddivisa in 5 fasi distinte:

➤ **Fase 1: Anno scolastico 1997/98**

- a) Assegnazione della prima classe campione;
- b) Controllo delle conoscenze di base del campione sull'argomento Reti Neurali (con un test d'ingresso);
- c) Ricerca, da parte del campione, delle informazioni sulle reti neurali;
- d) Progetto e realizzazione dell'ipertesto;
- e) Realizzazione dell'ipermedia;
- f) Misurazione dell'apprendimento conseguito sulle Reti Neurali;
- g) Valutazione del progetto da parte degli studenti.

➤ **Fase 2: Anno scolastico 1998/99**

- a) Assegnazione della seconda classe campione.
  - a1) Controllo dell'interfaccia utente dell'ipermedia prodotto dal primo campione.
- Tutti gli altri punti (da b a g) sono identici alla fase 1.

➤ **Fase 3: Anno scolastico 1999/2000**

- a) Assegnazione della terza classe campione;
- b) Controllo delle conoscenze di base del campione sull'argomento Reti Neurali (con un test d'ingresso);
- c) Spiegazione con la metodologia didattica tradizionale dell'argomento Reti Neurali;
- d) Misurazione dell'apprendimento conseguito sulle Reti Neurali.

➤ **Fase 4: Anno scolastico 1999/2000**

Elaborazione dei dati raccolti.

➤ **Fase 5: Anno scolastico 1999/2000 - 2001**

Discussione dei risultati ottenuti.

In questo ambiente di apprendimento le osservazioni e le conseguenti rilevazioni statistiche hanno coinvolto:

- l'interazione tra i gruppi;
- la catalogazione delle attività svolte (una specie di memoria "storica" delle attività svolte);

---

<sup>220</sup> Utili nella prima parte del progetto (ad esempio saper navigare e ricercare informazioni in Internet).

<sup>221</sup> Quest'ultima abilità verrà presa in considerazione quando gli allievi studieranno le Reti Neurali utilizzando l'ipermedia che hanno prodotto.

<sup>222</sup> Ad esempio saper usare correttamente lo scanner, i programmi per il fotoritocco o per l'elaborazione dei filmati e così via.

- il processo di apprendimento (sia del singolo studente sia della classe) organizzato negli obiettivi tassonomici del tipo :
  - 1) sapere;
  - 2) saper fare;
- l'interazione tra il docente e gli studenti (attraverso una modifica del "forum di discussione" chiamata "timeout");
- la valutazione da parte degli studenti dell'ambiente di apprendimento;
- la valutazione da parte degli studenti del lavoro svolto dal tutor (permettendo in questo modo al docente una sorta di "feedback" del suo contributo alle diverse classi);
- la comparazione tra un modello di apprendimento tradizionale<sup>223</sup> e il "Learning by Doing and Creating"<sup>224</sup>.

Rispetto ad altri progetti che coinvolgono la creazione di ipertesti o ipermedia, anche nel Web<sup>225</sup>, in questo caso ho personalmente seguito gli studenti in tutto il loro sviluppo, senza delegare o elaborare dati raccolti da altri insegnanti<sup>226</sup>. Si fa inoltre notare che, al momento dell'ideazione di questa sperimentazione didattica, non esisteva ancora una bibliografia accurata e approfondita che facesse riferimento a progetti analoghi a quello qui presentato, per questo motivo alcuni risultati e alcune considerazioni sono di carattere empirico<sup>227</sup>.

## 1. Introduzione

Il quadro teorico che guida questa mia esperienza didattica è costituito dalla teoria dell'*apprendimento significativo* di Jonassen (Jonassen, 1995). Per Jonassen sette sono le qualità, reciprocamente interagenti, che identificherebbero l'apprendimento significativo, cioè l'essere:

- *attivo*, proprietà che rende responsabile lo studente dei propri risultati;
- *costruttivo*, attraverso l'equilibrio tra i processi di assimilazione e accomodamento;
- *collaborativo*, attraverso le comunità di apprendimento (communities of learners), l'insegnamento reciproco (reciprocal teaching) e il sostegno offerto dall'insegnante (scaffolding e coaching);
- *intenzionale*, poiché coinvolge attivamente e pienamente l'allievo nel perseguimento degli obiettivi cognitivi;

<sup>223</sup> Ciò è stato possibile utilizzando una terza classe, a.s. 1999/2000, a cui l'argomento "Reti Neurali" è stato proposto con un approccio didattico tradizionale.

<sup>224</sup> Questo approccio è stato definito "Learning by Doing and Creating" in quanto, rispetto a un tradizionale ambiente "Learning by Doing", c'è la presenza di creatività nella realizzazione della soluzione ipermediale (ad esempio nella scelta dell'interfaccia grafica, nell'elaborazione delle immagini, dei filmati e delle animazioni, etc.).

<sup>225</sup> Si legga ad esempio il lavoro di Backer (Backer, 2000).

<sup>226</sup> E' stato infatti notato che spesso non c'è traccia del lavoro svolto dagli studenti nel prodotto finale (ipertesto o ipermedia costruito in classe). Troppi insegnanti, per far bella figura di fronte ai colleghi, correggono e modificano il lavoro dei loro studenti, snaturando le finalità del progetto.

<sup>227</sup> Ciò accade anche in altri lavori che coinvolgono l'uso delle nuove tecnologie e del Web in campo cognitivo (ad esempio le ricerche di Purchase & Naumann (2000) e di Ribeiro Lamas et al. (2000)).

- *conversazionale*, in quanto coinvolge i processi sociali e in particolare quelli dialogico-argomentativi;
- *contestualizzato*, perché i compiti d'apprendimento coincidono con compiti significativi del mondo reale;
- *riflessivo*, in quanto gli studenti organizzano (anche attraverso l'uso delle tecnologie ipertestuali) quello che hanno appreso riflettendo sui processi svolti e sulle decisioni che hanno comportato.

In questo ambito la tecnologia può essere considerata:

- *tool*: per accedere alle informazioni, per rappresentare idee e comunicare con altri, per rappresentare prodotti;
- *partner intellettuale* o *Mindtool*: per organizzare ciò che si apprende, per riflettere su quanto si è appreso, e su come lo si è fatto, per costruire rappresentazioni personali e sostenere l'attenzione;
- *contesto*: per rappresentare e simulare problemi, situazioni e contesti del mondo reale, per sostenere il discorso in comunità di studenti che costruiscono conoscenza.

I punti chiave di un impianto didattico basato sull'utilizzo delle tecnologie multimediali a supporto della didattica con forte impronta costruzionista sono:

- a) il protagonismo dei discenti<sup>228</sup>
- b) la loro collaborazione;
- c) una forte interattività verticale (docente-studente)
- d) una forte interattività orizzontale (studente-studente)
- e) la modifica del ruolo del docente che da fornitore delle informazioni diviene un "collaboratore" che aiuta lo studente nel proprio apprendimento.

Le nuove tecnologie e la multimedialità favoriscono inoltre un processo formativo di tipo *cooperativo*<sup>229</sup>.

*Cooperare* significa lavorare insieme per raggiungere obiettivi comuni. All'interno di situazioni cooperative il singolo allievo cerca di raggiungere dei risultati che vanno a vantaggio suo e di tutti i collaboratori (Johnson & Johnson, 1989).

Quindi l'apprendimento cooperativo deve essere considerato come un metodo didattico che utilizza piccoli gruppi in cui gli studenti lavorano insieme per migliorare reciprocamente il loro apprendimento. Alcune delle componenti basilari della cooperazione sono l'interdipendenza e le interazioni face – to – face (Johnson, Johnson, & Holubec, 1993). Il concetto di cooperazione non è ben definito, infatti per per Trentin (1996) l' "apprendimento cooperativo" coinvolge sia gli apprendimenti individuali derivanti dall'attività di un gruppo impegnato nella realizzazione di un compito comune, sia l'apprendimento complessivo del gruppo di lavoro; mentre Kumar (1996) enfatizza che la cooperazione può avvenire con i sistemi di **Computer Supported Cooperative Learning** (CSCL). Essa dipende inoltre dalla possibilità, offerta dai sistemi CSCL di riprodurre, attraverso diversi canali mediali (grafici, testuali, sonori e visivi) le dinamiche relazionali delle comunità in presenza e, di conseguenza, di rivalutare la dimensione sociale dell'apprendimento. Si tratta allora

---

<sup>228</sup> A tal proposito Barchechath (1996) sostiene che qualsiasi servizio di formazione dovrebbe mettere in condizione il beneficiario di essere coproduttore del servizio insieme al fornitore (Barchechath E. (1996). La progettazione dei sistemi formativi a distanza dal punto di vista economico, pedagogico e organizzativo, Garito M.A., *La multimedialità nell'insegnamento a distanza*, Garamond, Roma, pp. 89 - 93).

<sup>229</sup> Come abbiamo già accennato anche nel precedente capitolo.

di progettare (e poi valutare) l'architettura sociale accanto a quella ipertestuale o tridimensionale di un ambiente didattico e di apprendimento.

Nel prossimo paragrafo descriveremo alcuni esempi di ambienti di apprendimento di tipo CSCL e la loro applicazioni in diversi contesti didattici.

Lo schema del modello Computer Supported Cooperative Learning (CSCL) è rappresentato in figura 1 (Santoro et al., 1999; Santoro et al., 2000).

L'apprendimento di tipo cooperativo è una tecnica con cui gli allievi sono aiutati nel processo di apprendimento lavorando insieme ad altri studenti e al loro insegnante (Deutsch, 1962; Johnson, Johnson, 1989; Johnson, Johnson, 1994; Santoro et al., 1999; Santoro et al., 2000). Kumar (1996) identifica tre tipi di attività cooperative: *apprendimento per concetti*, *problem solving*, e *sviluppo di un progetto*. Il modello cooperativo per l'apprendimento può essere illustrato con lo schema di figura 1 (Santoro et al., 1999; Santoro et al., 2000).

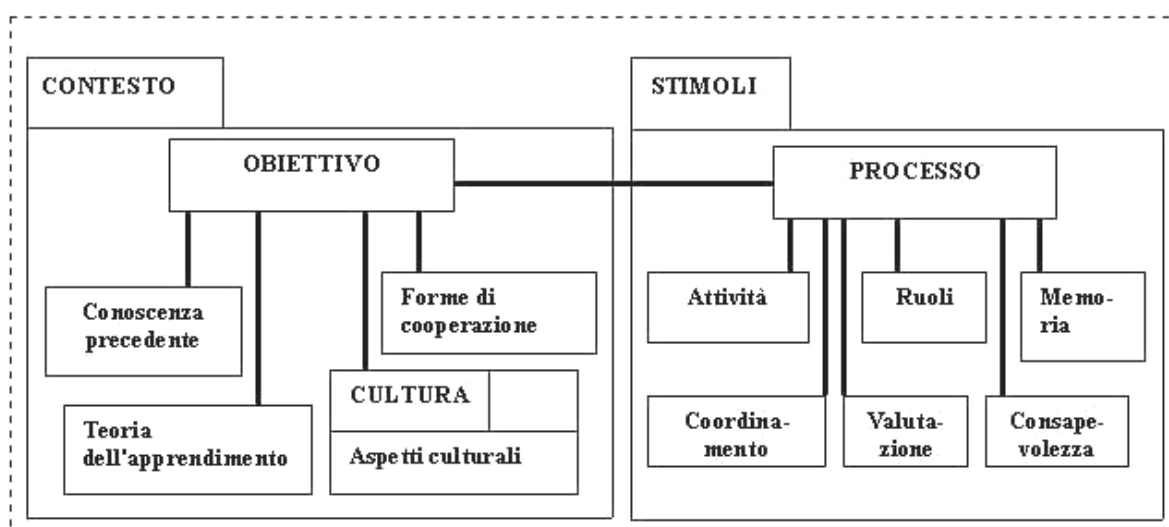


Figura 1. Schema di un modello cooperativo.

Analizzando lo schema di figura 1 si nota che alcuni dei "blocchi" che costituiscono il modello cooperativo sono connessi tra loro. Questo modello si basa sull'*Obiettivo* che deve essere raggiunto (ad esempio l'apprendimento di un certo concetto, nel mio caso le conoscenze di base delle Reti Neurali<sup>230</sup>; oppure la conoscenza di alcuni strumenti sia software sia hardware per sviluppare l'ipermedia).

L'Obiettivo è connesso a quattro blocchi che sono:

- Conoscenza precedente (è la conoscenza di base del gruppo);
- Aspetti culturali (sono i fattori culturali che determinano il contesto in cui è inserito il gruppo);
- Forme di cooperazione (è il modo di cooperare scelto dal gruppo);
- Teoria dell'apprendimento (rappresenta una delle teorie su cui si baserà l'ambiente di apprendimento).

Le teorie dell'apprendimento connesse alle attività di cooperazione svolgono un ruolo determinante in quanto, la scelta di una di loro, influenzerà l'ambiente di apprendimento. Un apprendimento di tipo cooperativo deve infatti basarsi su una specifica teoria dell'apprendimento che permetta anche un'interazione sociale tra le persone coinvolte.

<sup>230</sup> L'argomento che verrà sviluppato durante l'"authoring multimediale".

La Tabella 1 elenca alcune importanti teorie dell'apprendimento<sup>231</sup>.

Teoria dell'apprendimento	Caratteristiche
Epistemologia genetica di Piaget (Genetic Epistemology)	Punto principale della teoria: strutture cognitive dell'individuo. Interazione sociale e interscambi tra individui stimolati nel processo di acquisizione della conoscenza (Piaget, 1965; Piaget, 1989).
Teoria Costruttivista di Bruner	Colui che apprende è attivo nel processo di acquisizione della conoscenza. Teoria contemporanea: creare una comunità di apprendimento collaborativo nel mondo reale (Kearsley, 1998).
Teoria Partner-culturale di Vygotsky (Partner -Cultural Theory)	Lo sviluppo cognitivo è limitato in relazione alle diverse età e richiede interazioni sociali.
Apprendimento basato sui problemi (Problem Based Learning)	L'apprendimento inizia con la risoluzione di un problema ed è centrato sul contesto.
Conoscenza distribuita (Distributed Cognition)	L'apprendimento avviene attraverso l'interazione tra individui e l'insegnamento reciproco. In questo ambito è importante il ruolo della tecnologia.
Teoria della flessibilità cognitiva	Centra la proposta didattica sui vari casi e non sulla conoscenza teorica del dominio (Spiro et al., 1991).
Conoscenza situata (Situating Cognition)	L'apprendimento avviene in funzione dell'attività e dell'ambiente sociale e culturale. L'interazione sociale e la collaborazione sono componenti critiche per l'apprendimento stesso (Lave, 1988).
Apprendimento autoregolato/ Metaconoscenza	L'individuo controlla la propria conoscenza. Auto-osservazione, auto-giudizio, auto-reazione.

Tabella 1. Le principali teorie dell'apprendimento.

La prossima Tabella 2 illustra la struttura di alcuni ambienti cooperativi con le loro caratteristiche (Santoro et al, 1999).

<sup>231</sup> Dillenbourg et al. (1994) affermano che esistono tre diversi approcci teorici alcuni focalizzano l'attenzione sulla visione individuale (sistemi cognitivi indipendenti che interagiscono) e altri sul gruppo (sistema cognitivo con proprie caratteristiche). Questi approcci sono (Dillenbourg et al., 1994; Santoro et al., 2000):

- *Approccio Socio - Costruttivista* (Socio-Constructivist Approach);
- *Approccio Socio - Culturale* (Socio-Cultural Approach);
- *Approccio Cognitivo - Partizionato* (Shared Cognition Approach).

Scelta	Caratteristiche
Teoria dell'apprendimento	Epistemologia genetica di Piaget Teoria Costruttivista di Bruner Teoria Partner-culturale di Vygotsky Apprendimento basato sui problemi Conoscenza distribuita Teoria della flessibilità cognitiva Conoscenza situata Apprendimento autoregolato / Metaconoscenza
Modello di cooperazione	Apprendimento per concetti Soluzione ai problemi Sviluppo di un progetto Costruzione della conoscenza Forum di discussione
Dominio	Sviluppo del pensiero critico scientifico Modelli ecologici Test scientifici Dominio non specificato
Tipo di interazione	Asincrona Sincrona
Qualità o grado di interazione	Piccola Media Alta
Attività di lavoro cooperativo	Coordinamento delle attività Negoziazioni e decisioni Rappresentazione della conoscenza Memoria di gruppo Consapevolezza
Assegnazione dei ruoli	Professore/istruttore Studente/allievo
Realizzazione/piattaforma	UNIX Windows Macintosh WWW

Tabella 2. Struttura di alcuni ambienti CSCL.

Il modello cooperativo scelto e schematizzato in figura 1 si basa inoltre sul *Processo* che fa riferimento alle azioni cooperative che vengono sviluppate<sup>232</sup>.

Il Processo comprende:

- *Attività* (sono le attività sviluppate nell'ambiente di apprendimento);
- *Ruoli* (sono le funzioni che ciascun membro del gruppo assume all'interno dell'ambiente di apprendimento) ;
- *Memoria* (raccoglie le attività svolte);
- *Coordinamento* (tra i membri del gruppo);
- *Valutazione* (meccanismo che consente di realizzare di valutare l'apprendimento);
- *Consapevolezza* (elemento fondamentale che permette alle persone coinvolte in questo ambiente di essere coscienti e consapevoli durante il processo di apprendimento).

<sup>232</sup> Nel caso specifico della mia sperimentazione didattica, si tratta della creazione cooperativa di un ipertesto che viene in seguito integrato da altri media.

## 2. Stato dell'arte sulle ricerche didattiche che coinvolgono la multimedialità, il costruttivismo e l'apprendimento di tipo cooperativo.

In questo paragrafo vengono descritti alcuni esempi di progetti didattici che coinvolgono l'apprendimento di tipo cooperativo, la multimedialità o il costruttivismo. Verranno descritte alcune sperimentazioni didattiche che si sono svolte in diverse nazioni.

### 2.1 All'estero

Tra i gli ambienti cooperativi sviluppati di recente si possono rammentare: **NICE**, **CSILE**, **CLARE**, **CaMILE** e **Belvedere**. L'obiettivo del progetto **NICE** (Narrative, Immersive, Constructionist/Collaborative Environment) è la costruzione di un ambiente di apprendimento virtuale per bambini, basato sul costruttivismo e la collaborazione (Santoro et al., 1999). Il sistema è progettato per essere eseguito in CAVE, ambiente di realtà virtuale<sup>233</sup>, una camera dove le persone si possono muovere liberamente sia nell'ambiente reale che in quello virtuale (Roussos et al., 1997a; Roussos et al., 1997b; Roussos et al., 1998; Johnson et al., 1998). Una delle attività possibili in NICE è la narrativa, intesa come costruzione di storie da parte delle persone che si trovano nell'ambiente virtuale. La figura 2 illustra l'architettura di questo ambiente.

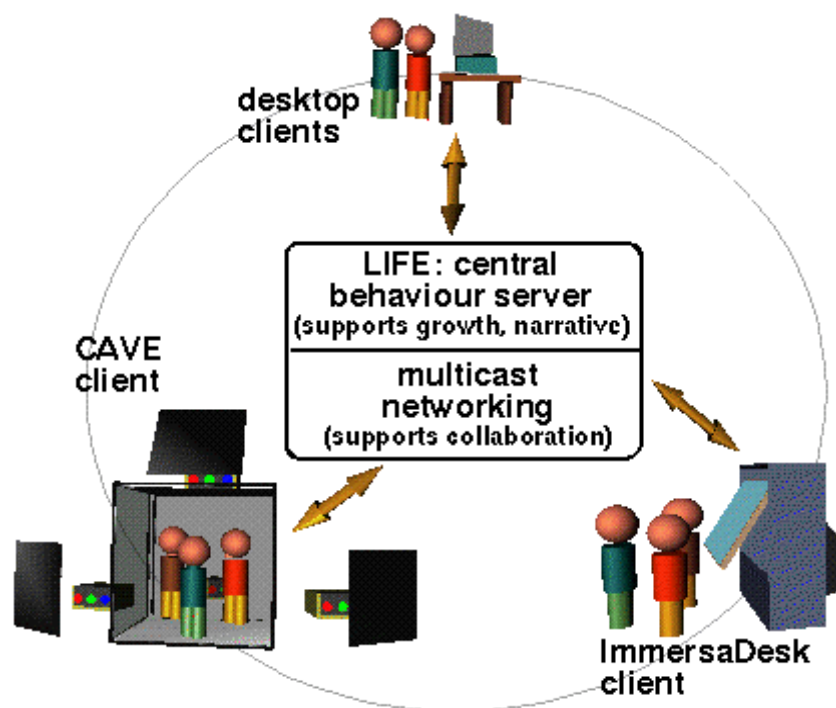


Figura 2. L'architettura di NICE.

**CSILE** (Computer-Supported Intentional Learning Environment). Si tratta di un progetto di ricerca sviluppato da Marlene Scardamalia e Carl Bereiter del Centre for

<sup>233</sup> L'uso didattico della realtà virtuale sarà argomento del prossimo capitolo.

Applied Cognitive Science presso l'Ontario Institute for Studies in Education dell'Università di Toronto (OISE/UT). E' un database collettivo che contiene le idee di studenti sia in formato grafico che in formato testuale. Queste informazioni sono disponibili per tutti i partecipanti e si possono creare legami tra le informazioni (Scardamalia & Bereiter, 1993; Santoro et al., 1999). CSILE è stato accolto in modo entusiastico dai docenti coinvolti nel progetto<sup>234</sup> (Gay, 1996). La figura 3 illustra un allievo che sta utilizzando in modo attivo CSILE.

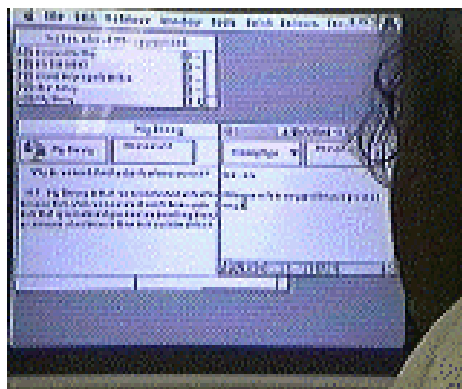


Figura 3. Un esempio di allievo che utilizza CSILE.

**CLARE** (Collaborative Learning And Research Environment) è un ambiente di apprendimento distribuito basato sul computer, dove l'obiettivo è facilitare l'apprendimento attraverso la costruzione collaborativa della conoscenza (Santoro et al., 1999). Come appare nella home page del progetto: "CLARE fornisce un linguaggio di rappresentazione semi-formale chiamato RESRA (Representational Schema of Research Artifacts) per la rappresentazione della conoscenza. Wan e Johnson (1994) descrivono le tre caratteristiche su cui si basa il linguaggio: la conoscenza umana può essere rappresentata in termini di un piccolo numero di primitive e di links;

l'uso di queste primitive caratterizza artifatti scientifici e le susseguenti attività di gruppo necessarie per l'apprendimento;

differenti discenti devono generare diverse rappresentazioni dello stesso artifatto.

All'interno di CLARE, Wan e Johnson definiscono un esplicito modello per un processo di apprendimento di testi scientifici collaborativi che hanno definito SECAI (Summarization, Evaluation, Comparison, Argumentation, Integration) (Wan & Johnson; 1994).

**CaMILE** (Collaborative and Multimedia Interactive Learning Environment), E' un ambiente che sviluppa una collaborazione asincrona utilizzando il Web (Guzdial,

---

<sup>234</sup> "When we first learned CSILE, I was trying to have my curriculum fit in with CSILE ...creating units so that it would be compatible with CSILE, which now I think is backwards. Now what I want is for the technology to support what we are doing in the classroom. And that was a realization that I had this year when we discussing CSILE with the creators, and that idea came out. We are the "experts" on what we're doing in the classroom, so why don't we have a discussion about the archaeology project, let the CSILE people listen in and then they're the experts on CSILE and how the technology operates. After hearing what we're doing, then they can give us suggestions for how we can integrate CSILE into what we're doing and how it would enhance what we're doing, which is really how it should be" Testimonianza di Gail Whang, maestro elementare.



1997; Gudziel et al, 1997; Santoro et al., 1999). CaMILE permette inoltre agli utenti il “download” di documenti e la creazione di note e di aggiunte su una pagina online<sup>235</sup>. La prossima figura 4 illustra la pagina che consente l’aggiunta di note e di informazioni online

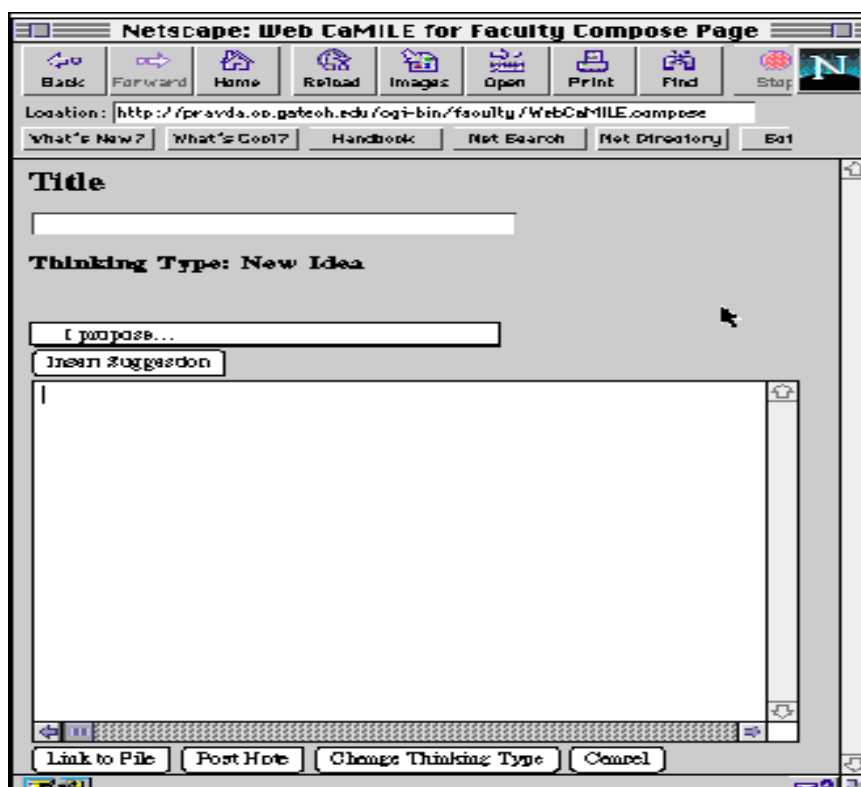


Figura 4. L’ambiente CaMILE

**Belvedere** è un ambiente di apprendimento che aiuta gli studenti nella discussione critica delle teorie scientifiche. Esso si basa su attività di tipo collaborativo<sup>236</sup>. La discussione può essere sia di tipo sincrono che asincrono. L’ambiente combina tre diversi approcci di apprendimento (Suthers, 1996):

- 1) apprendimento collaborativo;
- 2) apprendimento guidato;
- 3) apprendimento basato su problemi.

## 2.2 In Italia

<sup>235</sup> Camile supporta sistemi MacIntosh.

<sup>236</sup> Come appare nella Home page del progetto: “We proposed specifically to build a prototype argumentation system for a few specific scientific domains, to test the system with middle or high school students (first in our laboratories and then in nearby urban schools), and to propose a clear plan for developing authoring tools and a run-time environment that could be used to develop similar tools for other domains. The work has resulted in “Belvedere,” a networked graphical computer environment in which students articulate and compare alternate theories and their associated arguments, and change them in response to new evidence or criticism” (per ulteriori informazioni consultare il sito: <http://advlearn.lrdc.pitt.edu/>).

Uno dei primi sistemi ipermediali costruiti in Italia è stato **Terremoti**, nato intorno alla metà degli anni '80, come frutto di una collaborazione tra l'Istituto per le Tecnologie Didattiche di Genova e il Gruppo Nazionale Difesa dai Terremoti (Frau et al., 1991). Il sistema utilizza un gran numero di sequenze filmate e un'antologia di articoli scientifici e di divulgazione.

La sua esplorazione è basata sulla seguente metafora: gli studenti entrano in un museo e ne visitano le diverse stanze per utilizzare il materiale didattico disponibile. I custodi all'ingresso del museo forniscono a richiesta informazioni su come utilizzare il sistema e su quali siano i materiali disponibili.

Il sistema Terremoti è stato sperimentato, con studenti di scuole media superiore, in un'indagine orientata a verificarne le possibilità didattiche. Gli studenti hanno utilizzato il sistema secondo due diverse modalità: una fruizione libera e una guidata dalla presenza di un compito di studio. I risultati hanno evidenziato la necessità di aiutare gli studenti con degli strumenti che permettano di indirizzarli verso scelte appropriate e che favoriscano l'apprendimento (Cesareni, 1995). Il sistema Terremoti non permette la cooperazione tra gli studenti, coinvolti nello studio con questo ipermedia.

Un esempio più evoluto è **Ecolandia**<sup>237</sup> (Cesareni, 1995). Si tratta di un sistema ipermediale che propone agli studenti un compito collaborativo di studio, riflessione critica e problem solving. L'obiettivo è di far acquisire agli studenti sia conoscenze relative ai temi dell'educazione ambientale sia un metodo di indagine, e di aiutarli a percepire la complessità delle relazioni che si instaurano in un ambiente.

Da questa attività l'autrice si attendeva un ampliamento delle conoscenze inerenti ai temi trattati (conoscenze scientifiche e protezione dell'ambiente) e inoltre una maggiore consapevolezza delle relazioni logiche esistente fra i concetti trattati. Per verificare ciò è stato messo punto un disegno sperimentale che si è avvalso di un campione di 60 studenti del primo anno di un istituto professionale per grafici pubblicitari e di 54 studenti di una seconda classe di una scuola media inferiore.

Gli studenti sono stati divisi in due gruppi assegnati ognuno ad una diversa attività didattica: l'utilizzazione dell'applicazione ipermediale Ecolandia e lo studio degli stessi temi effettuato con fascicoli stampati.

In entrambi i casi gli studenti lavoravano a coppie e avevano il compito di scrivere una relazione per i sindaci di paesi immaginari per illustrare loro il modo migliore per risolvere il problema dello smaltimento dei rifiuti, rispettando le risorse ambientali del territorio (Cesareni, 1996).

Le figure 5 e 6 illustrano rispettivamente L'organizzazione delle informazioni in Ecolandia e la pagina ipertestuale che presenta il territorio di Ecolandia (Cesareni, 1995).

---

<sup>237</sup> Il prototipo di Ecolandia è stato progettato e costruito da Donatella Cesareni, nell'ambito di un lavoro di tesi di dottorato di ricerca in Pedagogia Sperimentale, con la collaborazione di Hilda Girardet per gli aspetti della comunicazione didattica e di Pietro Romanelli per gli aspetti grafici.

La ricerca si è avvalsa di un finanziamento CNR, all'interno del progetto strategico "Comunicazione didattica multimediale e insegnamento a distanza".

L'applicazione Ecolandia è stata posta in commercio da Opera Multimedia<sup>TM</sup>.

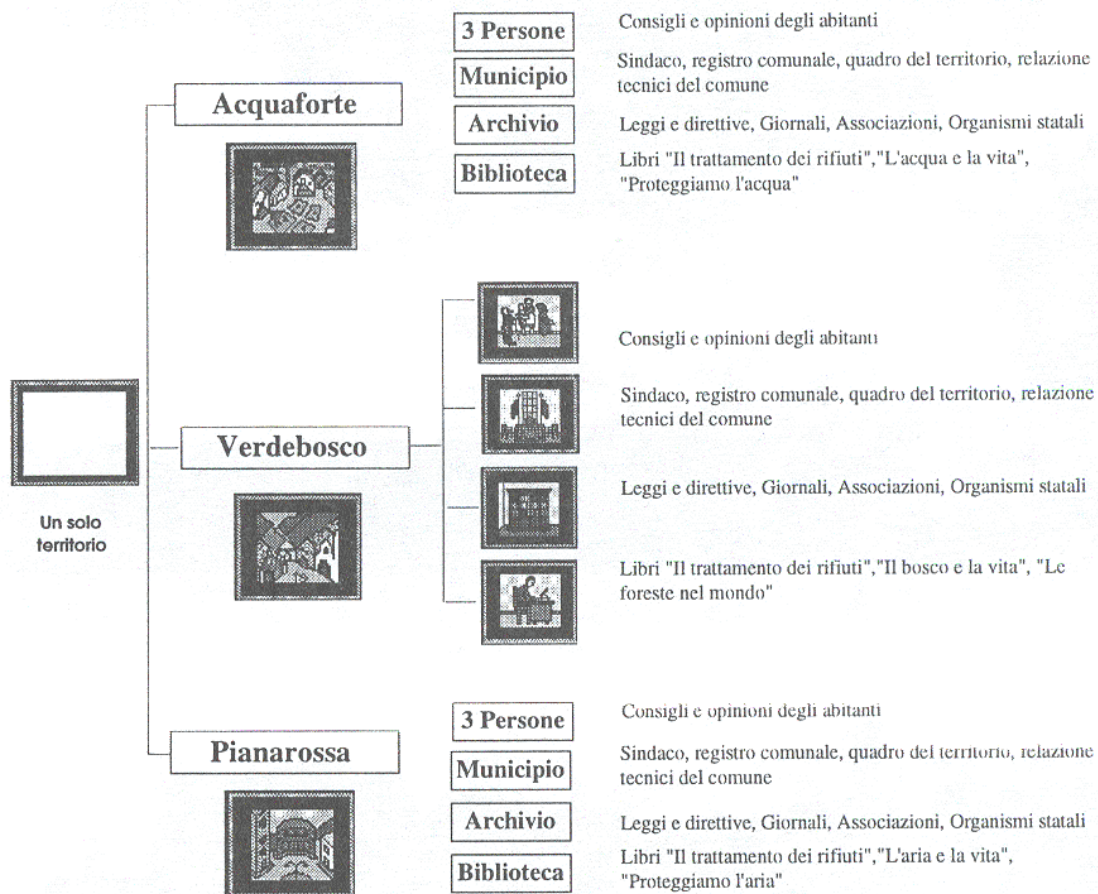


Figura 5. L'organizzazione delle informazioni in Ecolandia

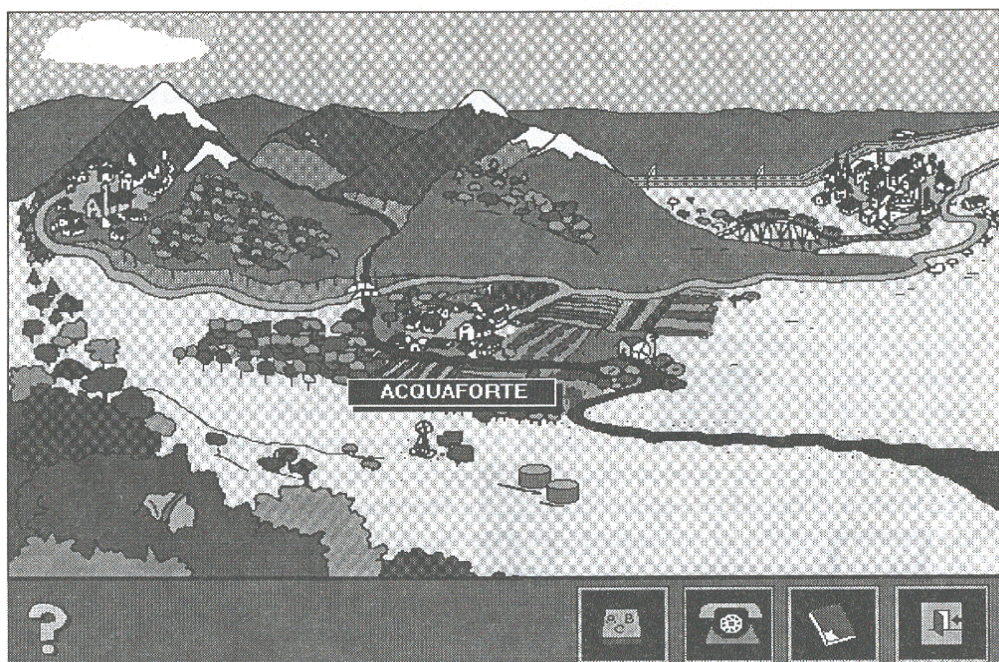


Figura 6. Il territorio di Ecolandia dal quale si accede ai tre paesi.

Ecolandia ha permesso agli studenti di “esplorare”, raccogliere e organizzare informazioni inerenti il territorio<sup>238</sup>. Come afferma Donatella Cesareni ideatrice di Ecolandia: *“La dimensione realistica simulata dal lavoro con Ecolandia sembra avere fornito una facilitazione sul piano cognitivo e metacognitivo per la costruzione di rappresentazioni mentali degli ecosistemi e dei sistemi complessi in generale. Questi risultati non sono dovuti alla semplice utilizzazione del software ipermediale, ma all’attività didattica nel suo insieme stimolata dal software stesso e continuata poi al di fuori di esso; particolare importanza hanno assunto le discussioni effettuate sia a piccoli sia a classe intera, confermando l’efficacia del lavoro di gruppo e della formulazione “Discutendo si impara” (Pontecorvo, Ajello & Zuccheromaglio, 1991)”* (Cesareni, 1996, p. 173).

Altre sperimentazioni didattiche hanno avuto luogo dopo Ecolandia, ed hanno coinvolto scuole medie inferiori e superiori. In generale si è trattato di lavori cooperativi orientati allo sviluppo di ipertesti. Un esempio è quello della scuola media “Ugo Foscolo” di Pregaziol (Tv) i cui studenti hanno prodotto un giornalino<sup>239</sup> da collocare nel World Wide Web (Viola, 1996). Ciò è stato possibile grazie a un accordo di ricerca tra la Scuola e il Centro Linguistico Interfacoltà (CLI) di Ca’ Foscari (Venezia).

In queste sperimentazioni didattiche si nota che l’evoluzione delle nuove tecnologie didattiche<sup>240</sup> e l’uso degli ipertesti e degli ipermedia hanno permesso di rafforzare l’interazione cooperativa e di introdurre un nuovo approccio all’apprendimento chiamato *Learning by Doing* nel quale gli studenti apprendono durante la progettazione e la realizzazione di ipertesti e di ipermedia<sup>241</sup>.

Il prossimo paragrafo descriverà una sperimentazione didattica che si inserisce in questo contesto e che ho denominato *Learning by Doing and Creating*.

### 3. Il progetto didattico “Learning by Doing and Creating”

Nei capitoli precedenti abbiamo analizzato come i nuovi media (ipertesti, multimedialità e Internet) abbiano permesso di introdurre, nei contesti educativi, l’apprendimento di tipo cooperativo sotto forma di sviluppo di progetti ipertestuali e ipermediali<sup>242</sup> (quelli che vengono definiti “authoring multimediali”) (Cesareni, 1995; Calvani, 1996; Sala, 2000). In questi progetti in genere si codifica, sotto forma

<sup>238</sup> Si tratta di informazioni relative a un luogo virtuale.

<sup>239</sup> Il nome del giornalino è L’U.G.O. ed è stato scelto dagli stessi ragazzi. Il riferimento è Ugo Foscolo, il poeta al quale è dedicata la scuola; gioca anche con l’acronimo “Unaccepted Game Over” (fine del gioco rifiutata).

<sup>240</sup> Le prime macchine per insegnare di cui si ha notizia sono nate alla Ohio University negli anni 20 ad opera dello psicologo Sidney Pressey (Pressey, 1960). Tuttavia se si dovesse stabilire qual è la data di nascita delle tecnologie didattiche, si potrebbe ragionevolmente scegliere il 1954, data di pubblicazione del famoso articolo di Skinner “*The science of learning and the art of teaching*” (Skinner, 1954). L’articolo, che proponeva un parallelismo tra gli studi di laboratorio relativi alle modifiche del comportamento degli animali e le pratiche che avrebbero potuto migliorare l’educazione, segnò l’inizio di una fioritura di studi che inizialmente si concentrarono sull’istruzione programmata e sull’impiego di macchine nei processi di apprendimento.

<sup>241</sup> In genere l’approccio “learning by doing” può essere visto come un’evoluzione dell’authoring multimediale (già presentato nel precedente capitolo), rispetto all’authoring multimediale è però diverso il coinvolgimento del docente e il suo contributo alla realizzazione del progetto (nell’authoring multimediale spesso il professore modifica il lavoro dei propri allievi snaturando in questo modo le finalità del progetto).

<sup>242</sup> Alcune ricerche hanno inoltre dimostrato che lo studio con gli ipertesti e la loro realizzazione può favorire l’apprendimento (Spiro, Jehng, 1990).

ipertestuale, alcuni argomenti le cui conoscenze sono state conseguite utilizzando gli strumenti didattici tradizionali<sup>243</sup>. Gli ipermedia trovano una valida applicazione in ambito didattico e formativo. In questi ambienti essi possono essere:

- prodotti da ditte specializzate e usati dagli insegnanti come supporto alla tradizionale lezione frontale;
- realizzati da insegnanti in ambito scolastico come supporto alla loro attività didattica (Maragliano, 1998);
- realizzati, in modo cooperativo, da studenti.

E' quest'ultimo aspetto che si intende affrontare in questo paragrafo. Le nuove tecnologie offrono infatti una nuova opportunità al *costruttivismo*<sup>244</sup> che tende a sviluppare quello che viene definito "apprendimento attivo".

In primo luogo ciò che si evidenzia è un apprendimento collaborativo. Negli anni settanta la scuola di psicologia sovietica, in particolare con **Vygotsky**, aveva evidenziato l'importanza dell'interazione con gli altri e in particolare con gli aspetti culturali e sociali dell'ambiente per lo sviluppo cognitivo e psicomotorio (Vygotsky, 1978). Evidentemente l'apprendimento cooperativo è un fattore essenziale del costruttivismo, quello che scongiura l'isolamento del sapere individuale e consente a questi di interagire in modo costruttivo.

### 3.1 Caratteristiche del progetto

Il quesito a cui desidero fornire una risposta con questa quarta sperimentazione è il seguente:

***“E’ possibile utilizzare l’authoring multimediale nella scuola in modo che lo studente abbia un ruolo attivo nel proprio processo di apprendimento?”***

La sperimentazione didattica che ho chiamato “Learning by Doing and Creating” ha permesso a un campione di 29 studenti <sup>245</sup> (età 18 - 20 anni), in due differenti anni scolastici, la realizzazione di un ipermedia che introduce gli aspetti storici e la teoria delle reti neurali. L'argomento scelto, le reti neurali, non era noto a priori agli studenti e questo ha differenziato la mia sperimentazione rispetto ad altre di tradizionale

---

<sup>243</sup> La classica lezione frontale con l'ausilio della lavagna o della lavagna luminosa.

<sup>244</sup> Il *costruttivismo* è un particolare aspetto del *cognitivismo* (entrambi visti come approcci alla psicologia dell'apprendimento). Il *cognitivismo* mette infatti con forza l'accento sui processi interni, sugli atteggiamenti e sugli stati mentali e suggerisce all'insegnante di non puntare soltanto al raggiungimento degli obiettivi didattici, ma di tenere anche conto dei fattori cognitivi che ne favoriscono il raggiungimento. L'attenzione viene data sia alla quantità che alla qualità dell'apprendimento (significatività, connessione, trasferibilità, tipo di ricadute generate, etc.).

Il costruttivismo vede l'apprendimento come un impegno attivo da parte dei discenti a costruire la propria conoscenza piuttosto che come travaso della conoscenza dalla mente del docente (o dalla macchina) alla mente dello studente. L'apprendimento deve essere un processo attivo in cui *“il significato si sviluppa sulla base dell'esperienza”* (Bednar, Cunningham, Duffy & Perry, 1991). Ne segue che insegnare dovrebbe comportare meno dire e dare maggiore “sostegno”, guidare e facilitare gli studenti. Questa visione sostituisce la figura dell'insegnante inteso soprattutto come esperto di un dominio di conoscenza che ha il compito di trasmettere la sua competenza agli studenti con quella dell'insegnante inteso come “facilitatore” di un processo. L'insegnante non è più quindi colui che fornisce le informazioni ma un controllore di un processo di apprendimento.

<sup>245</sup> Il campione è costituito da classi quinte (quindi terminali) della specializzazione in Informatica dell'Istituto Tecnico Industriale Statale “L. Cobiانchi” di Verbania Intra (Italia).



“authoring multimediale”<sup>246</sup>. L'aggiunta della parola *creating* all'interno della denominazione della mia sperimentazione didattica, rispetto a un tradizionale "learning by doing", sta ad indicare che il lavoro ha sviluppato anche una creatività negli studenti coinvolti (sia nell'uso degli strumenti informatici sia nel modo di presentare i contenuti) che è sfociata in un risultato finale accattivante e con un discreto impatto cognitivo e formativo.

In relazione alle teorie dell'apprendimento, illustrate nella Tabella 1, in questa mia sperimentazione ho fatto riferimento alla teoria costruttivista nella quale lo studente è attivo nel proprio processo di apprendimento. E' stato inoltre privilegiato lo sviluppo di un progetto con una comunicazione di tipo sincrono tra il docente gli studenti coinvolti. Il progetto "Learning by Doing and Creating" è stato invece organizzato in accordo con lo schema illustrato nella Tabella 2. La Tabella 3 ne elenca le sue caratteristiche.

<b>Progetto "Learning by Doing and Creating": scelte effettuate</b>	<b>Caratteristiche</b>
Ambiente di apprendimento	Cooperativo.
Teoria dell'apprendimento	Teoria Costruttivista adattata al contesto della ricerca.
Modello di cooperazione	Sviluppo di un progetto (con costruzione della conoscenza e forum di discussione).
Attività svolta	Sviluppo di un ipermedia.
Dominio	Sviluppo del pensiero critico scientifico.
Tipo di interazione	Faccia a faccia (face-to-face)
Qualità o grado di interazione	Alta.
Attività di lavoro cooperativo	Coordinamento delle attività (con anche negoziazioni e decisioni collettive, rappresentazione della conoscenza).
Assegnazione dei ruoli	Professore/istruttore Studente/allievo
Realizzazione/piattaforma	Windows WWW <sup>247</sup>

Tabella 3. Caratteristiche del progetto "Learning by Doing and Creating".

Ho inoltre considerato del modello cooperativo, illustrato in figura 1, soprattutto gli aspetti inerenti gli *Stimoli* che ho così adattato al mio ambiente "Learning by Doing and Creating", ottenendo la seguente classificazione:

- **Attività:** tutte le attività sviluppate e svolte per la produzione dell'ipermedia (all'interno delle classi scelte come campioni è stata simulata una piccola "casa di produzione multimediale").
- **Ruoli:** interscambiabili, a turno tutti gli studenti hanno infatti ricoperto i ruoli di grafico, correttore di filmati, editore di pagine ipertestuali. Ciò è stato necessario per evitare che gli allievi acquisissero una preparazione non completa.

<sup>246</sup> Si è scelto volutamente questo argomento in quanto il campione di studenti non lo conosceva ma, frequentando una specializzazione in informatica, era incuriosito e motivato ad approfondire l'argomento proposto.

<sup>247</sup> Il linguaggio di sviluppo dell'ipermedia (HTML integrato con Java-applet e procedure in Java-script) permetterà una soluzione "ibrida" che coinvolgerà sia l'ambiente Windows sia il Web.

- *Memoria*: per raccogliere le attività svolte è stata introdotta una novità didattica; si tratta del "giornale di bordo", la cui compilazione è stata assegnata a turno a ogni studente. Sul giornale di bordo vengono annotati tutti i lavori svolti durante lo sviluppo del progetto ipermediale e i problemi incontrati.
- *Coordinamento*: alto tra i membri di ogni gruppo e tra gruppi diversi.
- *Valutazione*: sono stati utilizzati diversi test per misurare l'apprendimento, il conseguimento degli obiettivi tassonomici.
- *Consapevolezza*: molto alta in quanto ogni studente dovrà essere consapevole del grado di apprendimento raggiunto.

### 3.1.1 Obiettivi e Prerequisiti

Gli obiettivi che si pone questa sperimentazione didattica si dividono in:

- **obiettivi per gli studenti**;
- **obiettivi per il tutor**.

Gli obiettivi per gli studenti si suddividono ulteriormente in:

- obiettivi comportamentali
- obiettivi di conoscenza e comprensione degli strumenti informatici coinvolti nel progetto
- obiettivi didattici inerenti l'argomento reti neurali.

Gli obiettivi comportamentali sono:

- sviluppare in un gruppo classe, già attivo e propositivo, la capacità di cooperazione;
- sapere cooperare per sviluppare un progetto ipermediale;

Gli obiettivi di conoscenza e comprensione degli strumenti informatici coinvolti nel progetto sono:

- sapere usare alcuni strumenti software dedicati alla multimedialità (ad esempio: Adobe Photoshop™ versione 4.0 e 5.0, Lightwave™, Adobe Premiere™;
- sapere utilizzare strumenti hardware specialistici (ad esempio lo scanner, la scheda digitalizzatrice di filmati, etc.);
- sapere utilizzare Java™ Applet e procedure in Java-Script™ per inserire la multimedialità all'interno di ipertesti realizzati con il linguaggio HTML;
- sapere ricercare il materiale da inserire nell'ipermedia, inerente le reti neurali, sia usando i tradizionali libri sia usando Internet come archivio di informazioni;
- apprendere le fasi che permettono di sviluppare un ipermedia<sup>248</sup>.

Gli obiettivi didattici inerenti le reti neurali sono stati suddivisi in:

- *sapere* (ossia obiettivi di conoscenza);
- *saper fare* (ossia obiettivi di comprensione<sup>249</sup>).

---

<sup>248</sup> Queste conoscenze si possono così riassumere, in accordo con la tassonomia di Bloom (Bloom, 1956):

- 1) sapere sviluppare ipertesto;
- 2) sapere usare strumenti software dedicati all'elaborazione delle immagini, alla grafica, etc.;
- 3) essere in grado di inserire all'interno di un ipertesto altri codici di comunicazione che siano "ben calibrati" e che permettano di rafforzare gli obiettivi tassonomici, evitando il problema del sovraccarico cognitivo.

<sup>249</sup> In questo ambito sarebbe più corretto il termine di "obiettivi operativi".

Gli studenti, al termine della sperimentazione didattica, devono essere in grado di sapere:

- lo schema elementare del cervello;
- il funzionamento del neurone e il modo in cui vengono trasmesse le informazioni;
- gli aspetti storici inerenti le reti neurali;
- i primi modelli e gli schemi di reti neurali;
- le differenze tra i differenti modelli esistenti di reti neurali;
- alcuni campi applicativi delle reti neurali.

Devono inoltre essere in grado inoltre di saper fare<sup>250</sup>:

- la riproduzione della struttura di un neurone;
- il disegno di alcuni schemi di reti neurali.

Gli obiettivi per il tutor sono invece:

- 1) simulare una mini casa di produzione multimediale in cui gli studenti lavoreranno per lo sviluppo del progetto;
- 2) favorire lo sviluppo di un nuovo tipo di interazione tutor/studenti e studenti/studenti;
- 3) valutare gli obiettivi di apprendimento, inerenti l'argomento sviluppato, che gli studenti hanno conseguito producendo questo CD-ROM/ibrido<sup>251</sup>;
- 4) comparare questo approccio all'apprendimento con il tradizionale metodo tutoriale<sup>252</sup>.

La sperimentazione didattica si pone inoltre l'obiettivo di: osservare, misurare e valutare il processo di interazione tra il professore (qui inteso come tutor o supervisore) e gli studenti coinvolti, permettendo agli studenti stessi di giudicare il lavoro e gli interventi del proprio docente.

Questo ultimo aspetto permette di inserire una retroazione (o feedback) che consente di "correggere" e migliorare la qualità degli interventi del tutor durante lo svolgimento dell'intero progetto.

I prerequisiti sono invece i seguenti:

- nessuna conoscenza sulle reti neurali e i loro campi applicativi<sup>253</sup>;
- conoscenza dei concetti di informatica di base;
- conoscenza dei linguaggi di programmazione C++<sup>TM</sup>, Visual Basic<sup>TM</sup>, Turbo Pascal<sup>TM</sup>;
- saper navigare in Internet;
- saper usare i motori di ricerca in Internet;
- saper ricercare informazioni nel Web;
- saper costruire un documento organizzato in modo ipertestuale usando Multimedia Toolbook<sup>TM</sup> (versione 4.0) e il linguaggio di programmazione HTML (HyperText Markup Language).

---

<sup>250</sup> Gli obiettivi stabiliti non sono elevati ma si deve tenere conto che l'argomento non è noto al campione di studenti.

<sup>251</sup> Il termine CD-ROM / ibrido sta ad indicare un supporto a lettura ottica sviluppato con tecnologie informatiche che lo rendono fruibile anche in Internet (ad esempio sviluppato con il linguaggio HTML, e "sfogliabile" con un tradizionale Browser) (Sala, 2000).

<sup>252</sup> Il metodo tradizionale presuppone la lezione frontale e l'uso della lavagna e della lavagna luminosa come supporti didattici durante lo svolgimento della lezione.

<sup>253</sup> Questo prerequisito è stato verificato con un test di conoscenza (i cui risultati verranno descritti nel prossimo paragrafo).



### 3.1.2 Organizzazione del lavoro

La sperimentazione didattica "Learning by Doing and Creating" è stata suddivisa in cinque fasi ben distinte:

- **Fase 1** che ha coinvolto un campione di 15 studenti nell'anno scolastico 1997/98;
- **Fase 2** a cui hanno partecipato 16 studenti (14 + 2)<sup>254</sup> nell'anno scolastico 1998/99;
- **Fase 3** che ha coinvolto 15 studenti nell'anno scolastico 1999/2000<sup>255</sup>;
- **Fase 4** che è stata dedicata all'elaborazione dei dati raccolti;
- **Fase 5** discussione dei risultati ottenuti.

### 3.1.3 Fase 1: lo scenario iniziale

La classe campione che ha partecipato alla Fase 1 del progetto è la classe quinta sezione A della specializzazione in Informatica dell'Istituto Tecnico Industriale Statale "Lorenzo Cobianchi" di Verbania Intra (Italia). E' composta da tutti maschi. La materia coinvolta è stata Sistemi per il Trattamento delle Informazioni (6 ore alla settimana) e il progetto è stato sviluppato nelle attività di laboratorio connesse a questa disciplina (3 ore settimanali)<sup>256</sup>. La sperimentazione inizia nel mese di novembre 1997.

In modo analogo all'autoring multimediale anche l'introduzione di questa attività di "Learning by Doing and Creating" deve andare di passo con lo sviluppo consapevole di nuove modalità di apprendimento. E' necessario infatti allestire una adeguata impalcatura che permetta alle diverse attività di svolgersi nella direzione prevista, con la possibilità di controllare avanzamenti e disfunzioni (Calvani, 1996).

Questo deve comportare da parte del docente, che qui diviene la persona che collabora alla "costruzione" del sapere, un paziente lavoro costituito da:

una preparazione tecnica agli allievi inerente gli strumenti informatici ed elettronici da usare;

una continua osservazione e controllo degli studenti campione;

la predisposizione di alcune fasi di interruzione del lavoro da dedicare alla discussione sui reciproci argomenti svolti.

Per quanto concerne la preparazione tecnica il tutor deve introdurre, con delle brevi spiegazioni, lo strumento software o hardware da apprendere e in seguito gli studenti, suddivisi in gruppi di lavoro di due persone per ogni computer, si impratichiranno al loro uso cooperando tra loro <sup>257</sup>.

---

<sup>254</sup> Due studenti hanno partecipato solo ad alcune fasi inerenti la digitalizzazione dei filmati e alla creazioni di scenari con realtà virtuale.

<sup>255</sup> Questo campione non ha sviluppato alcun ipermedia.

<sup>256</sup> Il laboratorio in cui è stato sviluppato l'ipermedia comprende: n° 8 personal computer multimediali Pentium II a 266 Mhz; un collegamento con la rete dell'istituto; una stazione di lavoro per digitalizzazione di filmati con scheda Matrox (Rainboow Runner™); stazione di lavoro grafica per la digitalizzazione di immagini con scanner A4; una videocamera.

<sup>257</sup> Se ad esempio gli strumenti da apprendere sono lo scanner e Adobe Photoshop™, dopo una brevissima spiegazione da parte del docente sui comandi principali, gli studenti potranno "catturare" le prime foto o immagini e imparare ad elaborarle digitalmente (avendo a disposizione il professore per eventuali ulteriori spiegazioni). In questo modo l'apprendimento avviene "sul campo" ossia direttamente in laboratorio e può essere inteso quasi come un'evoluzione dell'apprendimento "implicito"

Un altro aspetto importante è l'osservazione e il controllo degli studenti durante tutta la fase del progetto. Questo evita:

- dispersione di energia;
- perdita di tempo;
- intervento quasi in "tempo reale" se si verificano problemi nel regolare svolgimento del progetto o nell'interazione tra gli elementi dei vari gruppi di lavoro.

Per assolvere a questa funzione ci si è serviti di una scheda riassuntiva che permette la documentazione e la registrazione delle attività svolte in ogni lezione di laboratorio. Questa scheda è stata chiamata "**Giornale di bordo**" <sup>258</sup> e uno studente, a turno, fa da "rapporteur" e la compila. La prossima figura 7 illustra un breve stralcio di questa scheda riassuntiva (Calvani, 1996).

Giornale di bordo			
Data.....			
Componenti del gruppo	Argomento trattato	Eventuali problemi tecnici	Eventuali problemi interpersonali del gruppo

Figura 7. Una pagina del "Giornale di bordo".

In relazione a ciò che riporterà il giornale di bordo, il tutor interromperà l'attività di realizzazione dell'ipermedia e svolgerà un colloquio con i gruppi di studenti, per discutere gli eventuali problemi e stabilire le strategie da seguire<sup>259</sup>. Questo modo di operare rende molto interattivo il processo di trasmissione della conoscenza tra il professore e i propri discenti, permettendo di intervenire, quasi in tempo reale, sui problemi interpersonali che si possono verificare in un gruppo<sup>260</sup>. La Fase 1 del progetto è stata suddivisa nelle seguenti sette sotto fasi, illustrate in figura 8.

<sup>258</sup> In analogia al giornale di bordo utilizzato sulle navi, questa scheda riporta infatti tutte le attività significative, svolte quel giorno.

<sup>259</sup> Questa fase di interruzione è stata chiamata *time-out*, in analogia alla sospensione del gioco richiesta dagli allenatori nelle partite di basket.

<sup>260</sup> Può accadere che uno dei componenti del gruppo abbia un comportamento egemonico, in quanto già a conoscenza degli strumenti informatici utilizzati. Questo è un problema molto comune che si supera cercando di riequilibrare i ruoli e le mansioni all'interno del gruppo stesso.

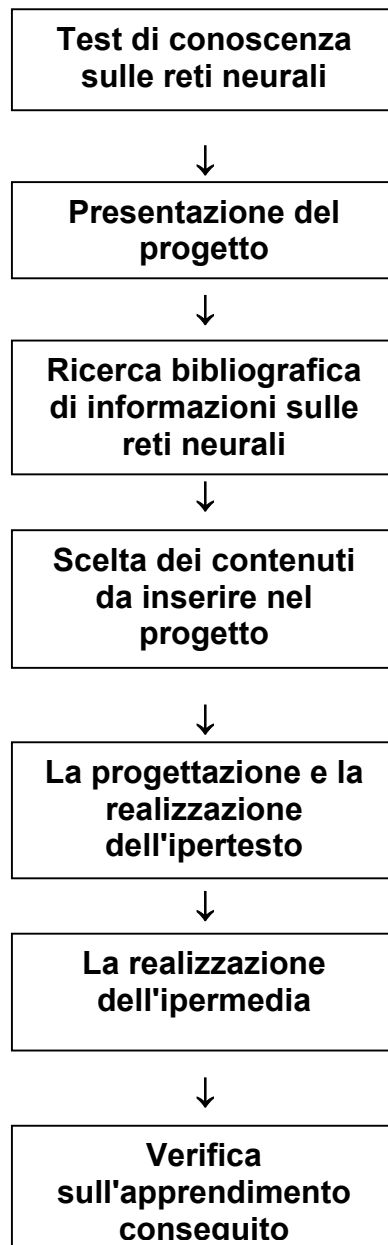


Figura 8. Le sette sotto fasi della Fase 1

### 3.1.3.1 Test di conoscenza sulle reti neurali

Prima di iniziare la sperimentazione didattica, il primo campione di 15 studenti è stato sottoposto, nel mese di dicembre 1997, a un test di ingresso con il quale si è misurata la eventuale conoscenza di base inerente le reti neurali <sup>261</sup>. Il test di entrata, costituito da domande a scelta multipla o a completamento, è illustrato nella prossima figura.

<sup>261</sup> Questi risultati saranno poi confrontati con i test a cui verranno sottoposti gli studenti al termine della realizzazione della fase 1, in modo da valutare il grado di apprendimento conseguito.

## Reti Neurali: Test di ingresso

- 1) Il neurone è:
  - a) Il componente fondamentale del sistema nervoso
  - b) una delle parti del sistema nervoso
  - c) una cellula
  - d) la sede dei sentimenti
- 2) Sai schematizzare la struttura di un neurone?
  - a) Sì
  - b) No
- 3) Il sistema nervoso provvede: (completare)
  - Alla trasmissione di informazioni e.....nell'interno del corpo sia dall'unità periferica verso l'unità centrale e viceversa.
  - All'elaborazione e riconoscimento delle.....
  - All'emissione di opportuni segnali.
  - Alla memorizzazione dei programmi che permettono il coordinamento dei.....
  - All'elaborazione e generazione dei segnali.....
- 4) Sai cos'è una rete neurale?
  - a) Sì
  - b) No
- 5) Conosci qualche schema di rete neurale?
  - a) Sì
  - b) No
- 6) I primi studi sulle reti neurali già si effettuarono:
  - a) negli anni '30 e '40
  - b) '40 e '50
  - c) '50 e '60
  - d) '60 e '70
- 7) Le reti neurali cercano:
  - a) Di riprodurre, attraverso modelli matematici, il funzionamento e l'apprendimento del cervello umano.
  - b) Di riprodurre, attraverso modelli matematici, il funzionamento del cervello umano.
  - c) Di riprodurre, attraverso modelli matematici, l'apprendimento del cervello umano.
  - d) Di riprodurre, attraverso modelli matematici, tutto il cervello umano.
- 8) Sai elencare alcune applicazioni delle reti neurali?
  - a) Sì
  - b) No

Come si può notare le domande interessano solo i primi due livelli della tassonomia di Bloom (conoscenza e comprensione) (Bloom, 1956). Si deve però tenere conto che le reti neurali sono un argomento che in genere è affrontato solo in ambito universitario e non da studenti di una scuola media superiore<sup>262</sup>.

I risultati di questo test sono raccolti nella tabella illustrata in figura 9.

---

<sup>262</sup> La scelta dell'argomento presenta però un notevole interesse per questi studenti che saranno dei futuri tecnici nell'ambito dell'informatica (ndr).

Numero della domanda	Numero corrette	risposte	Numero sbagliate	risposte
1) Il neurone è:	11		4	
2) Sai schematizzare la struttura di un neurone?	6		9	
3) Il sistema nervoso provvede:	8		7	
4) Sai cos'è una rete neurale?	3		12	
5) Conosci qualche schema di rete neurale?	0		15	
6) I primi studi sulle reti neurali già si effettuarono nel:	3		12	
7) le reti neurali cercano:	1		14	
8) Sai elencare alcune applicazioni delle reti neurali?	1		14	

Figura 9. Tabella scaturita dalla correzione del test di entrata.

La precedente tabella è stata elaborata statisticamente usando il foglio elettronico integrato Microsoft Excel™ e i risultati sono rappresentati graficamente tramite istogrammi (che vengono qui usati per la loro immediatezza visiva).

Dall'analisi della precedente tabella si deduce che:

- le risposte corrette sono 33 (su un totale di 120), pari al 27,5%;
- le massime frequenze di risposte esatte si hanno nella prime tre domande (che coinvolgono alcune conoscenze di biologia acquisite gli anni precedenti), rispettivamente con 11 risposte corrette (la 1, pari al 73% ), 6 risposte corrette la domanda 2 (pari al 40%) e 8 risposte esatte la 3 (pari al 53%);
- la frequenza delle risposte esatte nelle altre domande è nulla o bassissima.

Si può concludere che gli studenti non conoscono l'argomento "Reti Neurali" e rappresentano quindi un campione attendibile sul quale potere misurare, dopo la fase di realizzazione dell'ipermedia, l'apprendimento, su questo specifico argomento, avvenuto con la metodologia "Learning by Doing and Creating".

### 3.1.3.2. Presentazione del progetto

Il progetto è stato presentato alla classe il giorno 12 dicembre 1997 durante una lezione tutoriale.

Sono stati stabiliti:

- gli scopi del progetto (ossia realizzare un ipermedia che sarebbe stato memorizzato su supporto a lettore ottica inerente le reti neurali);
- gli obiettivi minimi da conseguire da parte di ciascuno studente<sup>263</sup> ;
- il materiale a disposizione;
- la suddivisione dei gruppi di lavoro (8 in tutto, 7 da 2 elementi<sup>264</sup> e uno costituito da un solo studente<sup>265</sup> );

<sup>263</sup> Gli obiettivi sono in accordo con la tassonomia di Bloom (Bloom, 1956) e fanno riferimento sia alle conoscenze informatiche sia alle reti neurali.

<sup>264</sup> Due elementi è il numero ottimale per rendere "equilibrato" il gruppo di laboratorio ed evitare che alcuni studenti possano non lavorare in modo corretto.

<sup>265</sup> Questo studente, di discrete attitudini ed autonomo, ha chiesto di potere lavorare da solo.

- il calendario delle attività;
- l'organizzazione delle attività (che sarebbero poi state svolte sempre nel laboratorio)<sup>266</sup>.

Il calendario delle attività, necessario per abituare il campione di studenti a rispettare i tempi di consegna e al coordinamento del lavoro di gruppo, è stato strutturato nel modo indicato nella tabella 2 (in figura 10).

Periodo	Tipo di attività
Dicembre 1997 (1 settimana) Gennaio 1998 (3 settimane) <sup>267</sup>	Ricerca bibliografica di informazioni sulle reti neurali
Febbraio 1998 (prime 2 settimane)	Scelta dei contenuti da inserire nel progetto
Febbraio - Aprile 1998	La progettazione e la realizzazione dell'ipertesto
Aprile - Maggio 1998	La realizzazione dell'ipermedia
Maggio 1998	Completamento del progetto e realizzazione del primo prototipo su CD-ROM
Giugno 1998	Verifica sull'apprendimento conseguito

Figura 10. Calendario delle attività della fase 1 del progetto "Learning by Doing and Creating".

Il calendario è stato consegnato agli studenti in modo che lo potessero seguire e controllare durante tutto lo svolgimento del progetto stesso.

### 3.1.3.3 Ricerca bibliografica di informazioni sulle reti neurali

In questa fase gli studenti hanno ricercato le informazioni inerenti le reti neurali. La ricerca ha coinvolto:

- Le biblioteche delle specializzazioni in Informatica, Scienze Biologiche ed Elettronica dell'istituto;
- La biblioteca generale della scuola;
- La biblioteca cittadina;
- La "rete delle reti" Internet.

Nei primi tre casi la ricerca è di tipo tradizionale, ossia ci si rivolge al personale della biblioteca che indica i testi o le riviste su cui trovare gli argomenti desiderati.

Il quarto caso ha coinvolto l'uso di Internet. Come diceva Neisser *"Sappiamo vedere solo ciò che sappiamo cercare"* ed essere in grado di cercare le informazioni su questa rete globale è infatti uno dei prerequisiti di partenza per gli studenti coinvolti nel progetto.

Sono stati usati i seguenti motori di ricerca:

- Yahoo;
- Google;
- Alta Vista;
- The WEBCRAWLER Tool.

utilizzando le parole chiave: "reti neurali".

Completata questa fase la bibliografia essenziale <sup>268</sup> è costituita da diciotto pubblicazioni. Per quanto riguarda invece la ricerca in Internet, sono stati selezionati

<sup>266</sup> Esse comprendono, oltre alla costruzione dell'ipermedia, la compilazione del "Giornale di bordo", il "time-out" etc.

<sup>267</sup> Ogni settimana di lezione comprende 3 ore dedicate a questo progetto.

e catalogati i sette più importanti siti che presentano l'argomento in modo divulgativo<sup>269</sup>.

### 3.1.3.4 Scelta dei contenuti da inserire nel progetto

Le prime due settimane del mese di Febbraio 1998 sono state dedicate alla scelta dei contenuti informativi da inserire nell'ipermedia.

L'attività è stata così organizzata:

- Formazione dei gruppi di lavoro<sup>270</sup>;
- Lavoro cooperativo, suddiviso in gruppi di due persone ciascuno, per la consultazione del materiale bibliografico;
- "Time-out" con discussione plenaria sulle informazioni trovate.
- Lavoro cooperativo per la scelta del materiale bibliografico
- "Time-out" con discussione plenaria per l'organizzazione delle informazioni.

Quest'ultima fase è stata certamente la più stimolante. Gli studenti hanno infatti esposto liberamente le conoscenze - percezioni sull'argomento "reti neurali" e ciò che hanno selezionato.

Uno studente, con la funzione di "moderatore", ha scritto alla lavagna le idee e gli argomenti che sono scaturiti dalla discussione, collegandoli tra loro da delle frecce qualora esistessero legami.

Questa organizzazione delle informazioni è molto simile a una mappa concettuale<sup>271</sup>.

Gli studenti alla fine della discussione hanno deciso di inserire nel progetto i seguenti argomenti:

- Cenni biologici (le funzioni del cervello, il neurone, le sinapsi, etc.).
- Modelli elettronici (il modello di Rosenblatt, la macchina di Alexander, etc.).
- Il modello di Hopfield .

---

<sup>268</sup> Per la giovane età del campione di studenti (18 - 20 anni) la scelta bibliografica si è orientata verso delle pubblicazioni in italiano di carattere scientifico - divulgativo (ad esempio alcuni testi scelti presentano già delle difficoltà di comprensione in quanto contengono formalismi matematici che gli studenti non hanno nel loro percorso formativo, ndr).

<sup>269</sup> I siti selezionati sono:

- [http:// www. agora.stm.it/L.Depersiis/apprendi.htm](http://www.agora.stm.it/L.Depersiis/apprendi.htm). Questo sito contiene la Tesi di Laurea di Leandro De Persiis, Università degli Studi di Roma "La Sapienza".
- [http:// www. mediamente.rai.it/home/bibliote/intervis/s/selfridg.htm](http://www.mediamente.rai.it/home/bibliote/intervis/s/selfridg.htm). Contiene uno speciale della trasmissione Mediamente (RAI 3) dedicato alle reti neurali.
- [http:// www .marcolunardi.com/rna.htm](http://www.marcolunardi.com/rna.htm). Tratta le Reti neurali artificiali ed è realizzato da Marco Lunardi.
- [http:// www .statsoftinc.com/italian/retineur.html](http://www.statsoftinc.com/italian/retineur.html). Spiega cosa sono le reti neurali.
- [http:// www. telpress.it/neurotron/editor.html](http://www.telpress.it/neurotron/editor.html). Presenta il seguente quesito: "Reti Neurali: modelli di sistemi fisiologici o nuovi sistemi informatici?".
- [http:// www. economia.unige.it/neuronet/](http://www.economia.unige.it/neuronet/). Sito dell'università degli Studi di Genova dedicato alle applicazioni delle reti neurali in economia e nella finanza.
- [http:// www.infm.ulst.ac.uk/research/ac460/ip9a/node1.html](http://www.infm.ulst.ac.uk/research/ac460/ip9a/node1.html). E' un esauriente guida in inglese sulle reti neurali.

<sup>270</sup> Si è cercato di formare dei gruppi di lavoro eterogenei, formati ciascuno da due studenti, in modo da osservare anche le interazioni tra i membri di ogni gruppo e le interazioni tra i gruppi, nonché e l'evoluzione del tipo di cooperazione.

<sup>271</sup> Le mappe concettuali sono dei sistemi di rappresentazione mentale delle conoscenze che prevedono una struttura reticolare con nodi concettuali che rimandano ad altri nodi. Dal punto di vista didattico consentono di svolgere un'attività di alto valore metacognitivo (Taurino & Cremieux, 1999).

- Alcuni esempi applicativi (in campo ingegneristico ed economico).
- Parallelo tra neurobiologia e psicoanalisi.
- Il parere di un esperto.
- Bibliografia.
- Link interessanti.
- Gli autori.

In questa fase il tutor ha fornito spiegazioni inerenti gli argomenti non chiari e ha dato suggerimenti su come organizzare le informazioni raccolte.

### 3.1.3.5 La progettazione e la realizzazione dell'ipertesto

Molti ricercatori parlano delle potenzialità sia formative sia educative offerte dagli ipertesti (Spiro & Jehng, 1990; Jonassen & Grabinger, 1990; McAleese, 1991; Brown, 2000), anche se nel periodo in analisi (1997 – 2000) sono ancora poche le ricerche al riguardo (Kozma, 1991). Negli ultimi anni alcune ricerche hanno fatto riferimento alla possibilità che ha l'utente di muoversi in modo del tutto imprevedibile in uno spazio informativo che presenta una struttura complessa di tipo ipertestuale (Castelli et al., 1990, Calvi, 1997; Castelli et al., 1998). Si deve però tenere considerare che l'ipertesto che si vuole realizzare in questo progetto è collegato all'apprendimento, ciò implica l'individuazione delle stesse componenti identificabili nel sistema educativo; inoltre si tratta di un approccio "Learning by Doing" quindi l'ipertesto è prodotto dagli stessi studenti<sup>272</sup>. Per quest'ultimo motivo è necessario imporre delle semplificazioni alla struttura dell'ipertesto, per evitare il problema "Lost in Hyperspace" (Conklin, 1987).

Si dovranno inoltre:

- *mettere a punto il modello pedagogico*, tutoriale, esercitazione e pratica, simulazione, problem solving, etc.;
- *stabilire il livello di approfondimento degli argomenti*, in relazione all'età degli studenti a cui verrà proposto;
- *determinare l'interfaccia utente*, quindi scegliere: la grafica, il linguaggio di comunicazione, i bottoni e i "links" per la navigazione;
- *stabilire la struttura dell'ipertesto*, ad esempio se l'organizzazione è gerarchica si suddividono gli argomenti principali e i sotto argomenti, mentre se è associativa si identificano le parole o i bottoni come link.

Per quanto riguarda il *modello pedagogico* gli studenti hanno scelto il metodo tutoriale<sup>273</sup> poiché è quello a cui sono abituati<sup>274</sup>. E' stato inoltre concordato che, data la complessità dell'argomento da trattare, il livello di approfondimento sarebbe stato medio<sup>275</sup>.

---

<sup>272</sup> Gli studenti lavorando al progetto, in modo cooperativo, "costruiscono" la loro conoscenza sulle reti neurali.

<sup>273</sup> La simulazione e problem solving si avvicinano di più al modello scolastico anglosassone.

<sup>274</sup> Il metodo tutoriale è il metodo su cui si organizza la didattica italiana.

<sup>275</sup> Ad esempio, nella trattazione del modello di Hopfield non si sarebbe descritto tutto il formalismo matematico, in quanto il CD-ROM finale sarà indirizzato a una utenza che ha la stessa età del campione (18 - 20 anni).



### 3.1.3.5.1 L'interfaccia utente

Per avere un valore e un significato sia dal punto di vista didattico che da quello della ricerca delle informazioni un sistema ipertestuale deve permettere di utilizzare la base documentaria muovendosi in modo agevole (Toselli, 1998).

Gli studenti devono progettare una semplice e produttiva interfaccia interattiva con l'utente. Affinché un'interfaccia utente possa definirsi "buona" deve rispettare quattro fondamentali requisiti (Nielsen, 1990; Pisani et al, 1996):

- facilità di apprendimento, ossia il lettore deve poter impadronirsi facilmente del funzionamento della struttura dell'ipertesto;
- efficienza, una volta imparato ad usare il sistema si raggiunge un alto grado di produttività;
- facilità di ricordo, l'utente può ritornare alla consultazione del documento ipertestuale senza dover imparare di tutto da capo;
- piacevolezza all'uso, il fruitore deve essere "piacevolmente soddisfatto" dall'uso del documento.

Per questo motivo è importante stabilire, ancor prima della fase di codifica delle informazioni sul computer, come sarà organizzata l'interfaccia utente.

Ossia occorre stabilire (Cangia, 2001):

- l'organizzazione di ogni pagina video;
- in che punto della pagina video verranno inserite le immagini;
- in quale punto della pagina è opportuno inserire il testo;
- quali saranno i bottoni e le icone che aiuteranno nella navigazione (ad esempio quello di ritorno alla pagina precedente, di ritorno alla pagina principale e così via);
- i colori dello sfondo e dei caratteri;
- le dimensioni dei caratteri (ad esempio Times New Roman 14);
- i tipi di caratteri usati (ad esempio il grassetto per le parti di testo da enfatizzare, il corsivo per i commenti e il testo normale per le rimanenti).

Solo se l'interfaccia utente è *amichevole* (*user friendly*) diminuiranno le probabilità di far "naufragare" l'utente nel mare informativo<sup>276</sup> (Pisani et al. , 1995).

Per l'organizzazione di una pagina video di un ipertesto bisogna pensare se rendere il corrispondente elettronico<sup>277</sup> esatto alla pagina stampata<sup>278</sup>.

---

<sup>276</sup> La perdita di orientamento è un fattore molto grave, in quanto una parte dell'apprendimento e della memorizzazione passa attraverso il ricordo del ragionamento svolto per arrivare a certe conclusioni e considerazioni (Toselli, 1998).

<sup>277</sup> Facendo riferimento a un monitor standard di 14 - 15 pollici.

<sup>278</sup> Per Mario Ricciardi esiste: *"una tendenziale impossibilità di ridurre il formato elettronico in formato stampabile: certamente il problema è irrisolvibile se lo si guarda nell'ottica delle tecnologie della riproduzione: cioè con l'ipotesi che si possano riprodurre identici i prodotti di due domini completamente diversi; non si può sperare né in tecnologie né in automatismi; siamo in un campo simile a quello della traduzione. L'equilibrio soddisfacente può essere raggiunto solo se si è consapevoli che il passaggio dall'uno all'altro campo comporta perdite e necessita di regole e interventi ermeneutici da parte degli esseri umani: è un punto ancora a favore del potenziamento dell'intelligenza umana negli ambienti artificiali"* (Ricciardi, 1996, p. 174).

Questo problema è stato affrontato proponendo due soluzioni:

- suddividere il testo originario di una pagina cartacea in più videate (prevedendo a possibilità di accedere a queste videate ad esempio mediante un pulsante che avrebbe la funzione di "gira pagina");
- prevedendo lo scrolling (ossia uno scorrimento verticale del testo).

La prima soluzione non rompe l'impostazione visiva tradizionale: sono infatti gli occhi che scorrono il testo e non il puntatore del mouse (che è mosso dalla mano).

La seconda soluzione mantiene l'unità originaria della pagina del testo, ma la sua leggibilità è certamente più complessa. Con lo scrolling si può infatti perdere l'orientamento e ciò può compromettere la comprensione del testo (Toselli, 1998).

Dopo una discussione collettiva su i pro e i contro delle due soluzioni, gli studenti hanno stabilito il seguente compromesso:

- in genere a una breve pagina cartacea deve corrispondere una pagina video<sup>279</sup> ;
- per le pagine più lunghe si utilizza lo scrolling (che permette di semplificare la fase di codifica delle informazioni sotto forma ipertestuale).

Si è pensato di inserire le immagini nel seguente modo:

- alla sinistra del video, con un commento a destra, se l'immagine è di piccola o media dimensione (come illustrato in figura 11);
- al centro del video se l'immagine è di grandi dimensioni (come illustrato in figura 12).

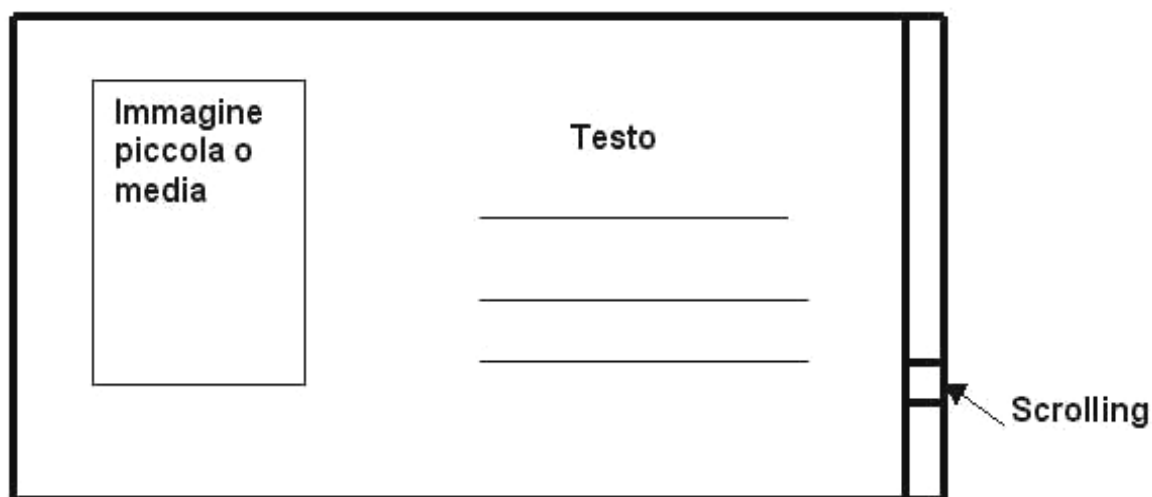


Figura 11. Inserimento di immagini nella pagina video (prima soluzione).

<sup>279</sup> Per potere ottenere questo scopo si cercherà di sintetizzare i contenuti delle pagine cartacee.

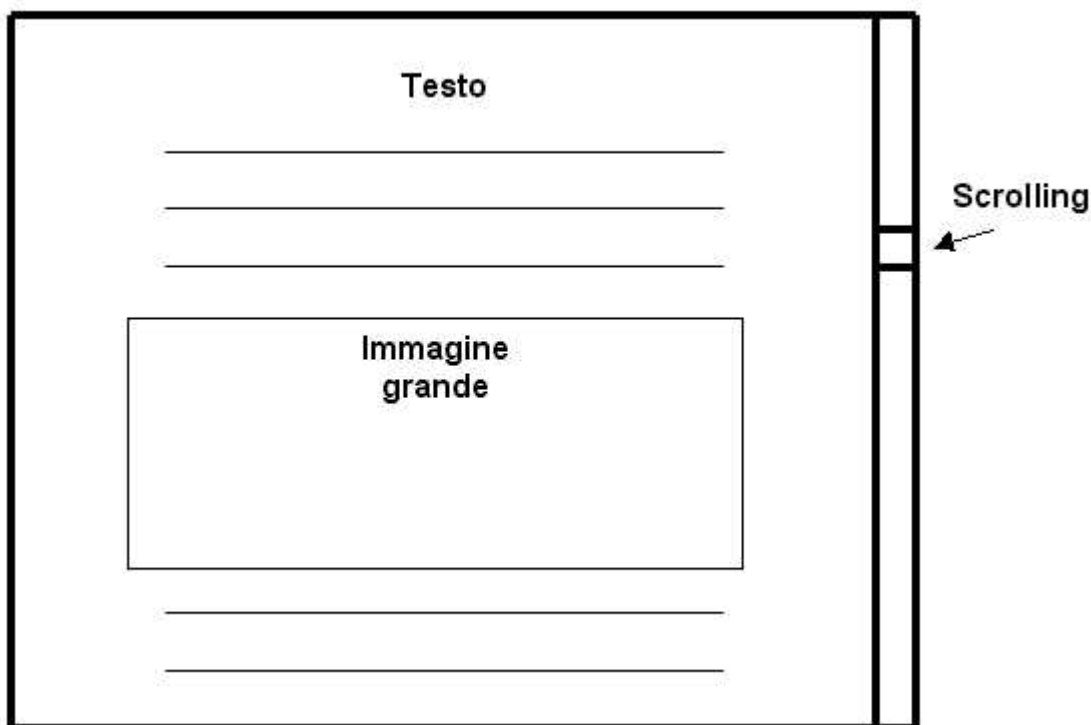


Figura 12. Inserimento di immagini nella pagina video (seconda soluzione).

Per muoversi all'interno dell'iperdocumento il campione di studenti, visionando altri ipertesti educativi, ha deciso di usare solo due bottoni:

- il bottone che consente di ritornare nella pagina principale (la "Home page") (figura 13 a)
- il bottone che permette di tornare indietro di una pagina (figura 13 b).



a)

b)

Figura 13 I bottoni presenti nella pagina video per ritornare alla home page (13 a) e per tornare indietro alla pagina precedente (13 b).

L'accesso in "avanti" verrà fatto tramite una parola chiave ("hot word").

Le icone sono presenti solo nella home page. Formalmente un'icona è definita come:

$x = (x_m, x_i)$  dove  $x_m$  è il significato dell'icona e  $x_i$  è l'oggetto mediale attivato dall'icona<sup>280</sup>.

<sup>280</sup> Chang et al. (1987) hanno classificato le icone nel seguente modo:

- *Icon* :  $(x_m, x_i)$ , dove  $x_i$  è un'immagine
- *Earcon* :  $(x_m, x_e)$ , dove  $x_e$  è un suono
- *Ticon* :  $(x_m, x_t)$ , dove  $x_t$  è un testo (la ticon può anche essere vista come un sotto tipo di icona).

Dopo avere schematizzato su carta le diverse proposte provenienti dai gruppi di lavoro, la scelta della struttura pagina video è quella illustrata nella prossima figura 14.

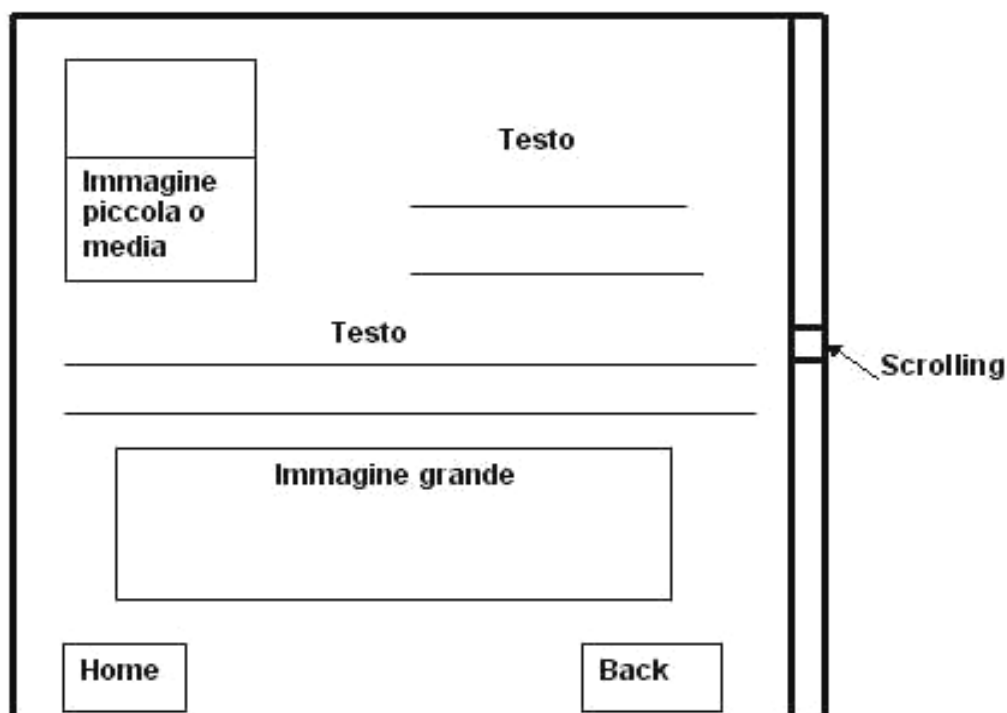


Figura 14 . Struttura della pagina video.

### 3.1.3.5.2 La struttura dell'ipertesto

Sono state dedicate 3 lezioni (circa 9 ore in tutto nelle ultime due settimane del mese di febbraio) per riuscire a stabilire la struttura dell'ipertesto. In questa fase i gruppi di lavoro hanno visionato alcuni ipertesti e ipermedia educativi, per capire quale potesse essere l'organizzazione ipertestuale più semplice da realizzare, ma che permettesse una facile navigazione<sup>281</sup>.

In relazione alle diverse strutture ipertestuali<sup>282</sup> si è deciso di usare una struttura gerarchica (o ad albero) in quanto permette all'utente di potere visitare i nodi informativi limitando il problema del disorientamento (Paolucci, 1998).

Questa struttura permette inoltre di visionare l'organizzazione che si intende dare al contenuto dell'ipertesto<sup>283</sup>, consentendo di far corrispondere a ogni blocco di un

- 
- *Micon* :  $(x_m, x_s)$ , dove  $x_s$  è un'animazione (*motion icon*)
  - *Vicon* :  $(x_m, x_v)$ , dove  $x_v$  è un video clip (*video icon*)
  - *Multicon* :  $(x_m, x_c)$ , dove  $x_c$  è un multimedia (*composite icon*).

<sup>281</sup> E di conseguenza una facile lettura delle informazioni contenute nelle pagine ipertestuali.

<sup>282</sup> Gli ipertesti possono essere organizzati usando una delle seguenti quattro strutture: *sequenziale*, *albero* (o *gerarchica*), *griglia*, *rete* (Martini, 1993).

<sup>283</sup> Per questo aspetto si consulti J. D. Bolter (1993), pp. 26 - 29

flowchart (disegnato su carta), una pagina dell'ipertesto. La possibile struttura dell'ipertesto è stata disegnata alla lavagna, riprodotta poi su carta, e il suo schema "quasi" finale<sup>284</sup> è risultato essere quello illustrato in figura 15.

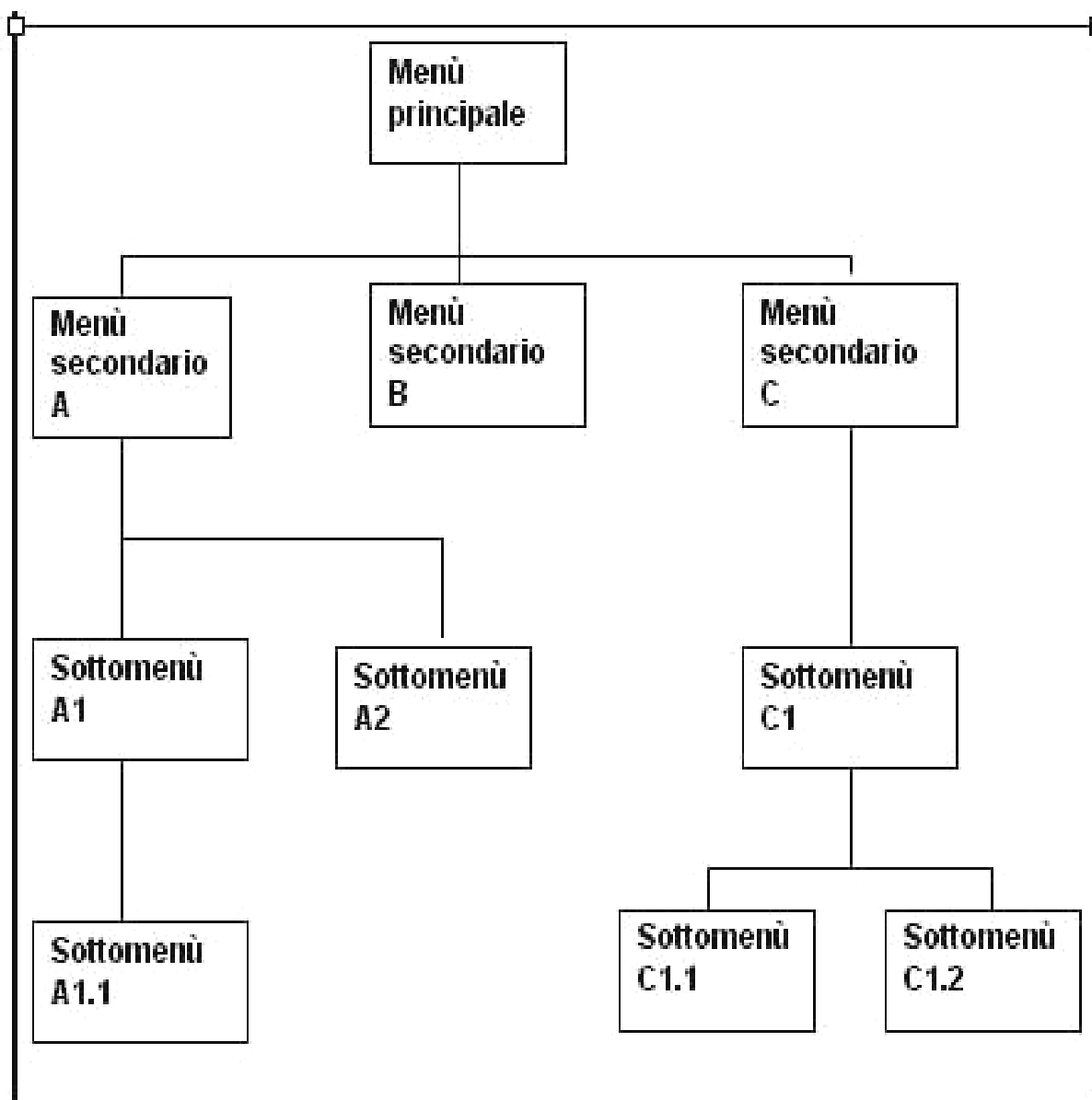


Figura 15. Schema "quasi finale" dell'ipertesto.

Sostituendo ai singoli blocchi i contenuti scelti in precedenza, si ottiene la struttura dell'ipertesto che è costituito dalle seguenti pagine (come illustrato in figura 16).

<sup>284</sup> Si deve tenere conto che in fase di creazione dell'ipertesto questa struttura potrebbe subire delle modifiche (ndr).

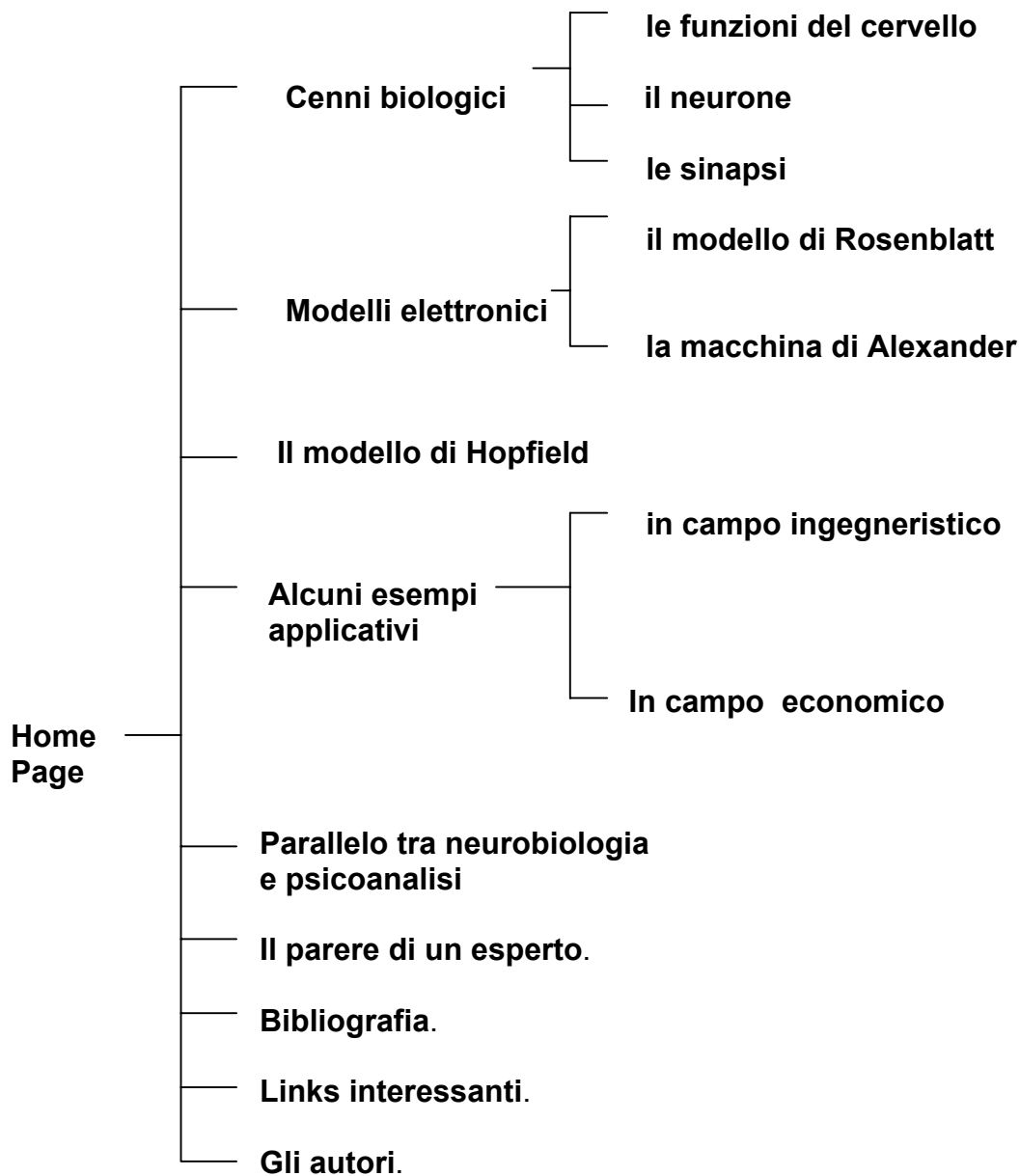


Figura 16. Contenuti dell'ipertesto organizzati in modo gerarchico.

### 3.1.3.5.3 La realizzazione dell'ipertesto

Dopo aver svolto tutte le fasi descritte nei precedenti paragrafi si è passati alla realizzazione pratica dell'ipertesto su computer.

Esistono in commercio molti programmi di authoring, sia in ambiente MS-DOS (ad esempio Toolbook®, Authorware®) sia per computer MacIntosh (ad esempio Hypercard®), i quali permettono di creare abbastanza agevolmente un'applicazione ipertestuale. E' stato scelto come linguaggio di sviluppo ipertestuale l' HTML (HyperText Markup Language) in quanto:

- è indipendente dalla piattaforma hardware usata;
- è facile da apprendere;

- permette di rendere il prodotto fruibile anche in rete;
- non necessita di modulo di "runtime" per rendere eseguibile l'applicazione <sup>285</sup>;
- consente l'integrazione con il linguaggio Java™ e Java-Script™ per introdurre la multimedialità;
- l'ipertesto realizzato può essere visualizzato con un comune Browser (ad esempio Netscape Navigator™ o Microsoft Internet Explorer™) ed essere reso anche disponibile su Internet<sup>286</sup>.

Per svolgere correttamente la codifica ipertestuale è necessario un computer<sup>287</sup> per ogni gruppo di lavoro di due persone.

L'ipertesto da realizzare è di tipo cooperativo, di conseguenza ogni gruppo ha sviluppato un ramo del precedente diagramma della figura 16.

Gli argomenti sviluppati dai gruppi sono riportati nella tabella di figura 17.

<b>Gruppo</b>	<b>Argomento sviluppato o mansione svolta</b>
Gruppo 1 (2 persone)	Cenni biologici
Gruppo 2 (2 persone)	Modelli elettronici
Gruppo 3 (2 persone)	Il modello di Hopfield
Gruppo 4 (2 persone)	Alcuni esempi applicativi
Gruppo 5 (2 persone)	Il parallelo tra neurobiologia e psicoanalisi e il parere di un esperto
Gruppo 6 (2 persone)	Bibliografia e Links Interessanti
Gruppo 7 (2 persone)	Gli autori e la Home page (principale)
Gruppo 8 (1 persone)	Home page e Gli autori

Figura 17. Argomenti sviluppati dai gruppi.

Le singole pagine dell'ipertesto vengono create dai diversi gruppi utilizzando il Blocco Note di Windows oppure il Web Editor Microsoft Front Page™ <sup>288</sup>.

Esse sono poi memorizzate in una cartella protetta che si trova sul server della rete del laboratorio.

Per rendere coordinato il lavoro dei gruppi, evitando errati salvataggi su pagine già create da altri <sup>289</sup>, una strategia vincente è quella di rispettare una "rigida" assegnazione ai nome dei file che rappresentano le pagine ipertestuali (come illustrato nella prossima figura, dove al titolo della pagina è fatto seguire, in parentesi, il nome assegnato al file).

<sup>285</sup> Il modulo di runtime è indispensabile ad esempio per applicazioni sviluppate in Toolbook.

<sup>286</sup> Ipertesti di questo tipo vengono spesso definiti "ibridi".

<sup>287</sup> Il computer ha le seguenti caratteristiche CPU Pentium II™ o superiori; almeno 32 Mbyte di memoria RAM; sistema operativo MS-DOS 6.2™; interfaccia grafica Microsoft Windows 95; clock almeno 200 Mhz; scheda grafica VGA o superiori; monitor 14" VGA; spazio libero su HD, un centinaio di Mbyte (dipende dalle dimensioni del progetto da sviluppare). Sono inoltre necessari: uno scanner a colori a 600 dpi formato A4, per digitalizzare le immagini; S/W per elaborare e ritoccare le immagini (Adobe Photoshop™ versioni 4.0 e 5.0); S/W shareware<sup>287</sup> per animare le immagini (Animagic™ e GIF Construction Set Professional™), S/W per elaborare e ritoccare i filmati (Adobe Premiere™); S/W per il CAD 2D e 3D (Lightwave™).

<sup>288</sup> Su 8 gruppi solo uno ha privilegiato l'uso di Front Page, gli altri hanno preferito scrivere il programma usando il blocco note e salvando i documenti in ASCII con l'estensione .HTM.

<sup>289</sup> Con conseguente perdita del vecchio contenuto del documento.

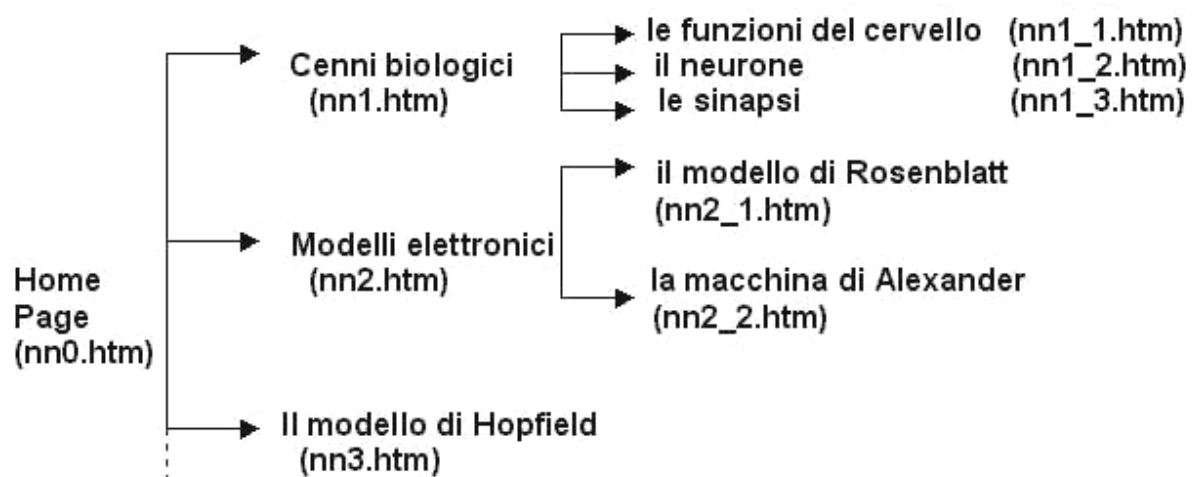


Figura 18 . Regole per l'assegnazione della nomenclatura alle pagine ipertestuali.

Usando questa semplice strategia e imponendo agli studenti di non poter modificare se non i "loro" iperdocumenti, si evitano cancellazioni errate o sostituzioni di file.



Figura 19. La Home Page della prima versione dell'ipertesto.

Osservando la figura 19 si nota che:

- lo sfondo (o texture) usato non è di quelli predefiniti dal linguaggio HTML, ma è stato creato dagli studenti per rendere meno laboriosa la lettura;



➤ le dimensioni dei caratteri sono tali da non affaticare la vista <sup>290</sup>.

Si deve inoltre tenere presente che, a turno, ogni studente ha anche avuto la funzione di "rapporteur" <sup>291</sup> e il conseguente compito di compilare un "Giornale di Bordo" (Martini, 1993).

La prima versione dell'ipertesto, che comprende 25 pagine, è stata terminata nella seconda settimana del mese aprile; rispettando i tempi della programmazione iniziale. Rispetto ad altri ipertesti didattici in questo caso manca il bottone di Help <sup>292</sup> in quanto la struttura dell'ipertesto è così semplice ed evocativa da renderne ridondante la presenza.

#### **3.1.3.5.4 La verifica dell'ipertesto**

Una volta realizzati tutti i nodi dell'ipertesto, poiché il progetto è stato realizzato da gruppi diversi, si è controllato che:

- vi fosse uniformità grafica tra tutte le pagine create dai gruppi di lavoro;
  - i legami tra i nodi informativi fossero tutti esatti;
  - i pulsanti o le icone create attivassero le corrette applicazioni.
- Si consiglia che sia un solo gruppo a svolgere la funzione di "collaudatore" dell'ipertesto e che segnali poi le correzioni da eseguire <sup>293</sup>.  
Gli errori trovati sono stati minimi e corretti "in tempo reale".

#### **3.1.3.6 La realizzazione dell'ipermedia**

Dopo avere progettato l'ipertesto e verificato la correttezza di tutti i links si è stabilito di aggiungere di altri codici di comunicazione oltre a quello testuale.

Sono stati inseriti nell'ipertesto:

- un filmato inerente il parere del Prof. Sergio Albeverio sulle reti neurali;
- un filmato di presentazione dei componenti della classe che hanno lavorato all'ipertesto;
- 8 animazioni;
- un commento vocale di presentazione del Prof. Igor Aleksander, reperito su Internet.

E' importante notare che quando in un multimedia c'è un filmato <sup>294</sup> per le riprese e il montaggio valgono le stesse regole che si adottano per un qualsiasi programma televisivo (Toselli, 1998). L'unica differenza è che i filmati, per non occupare totalmente lo spazio di memoria di un CD-ROM, devono essere compressi in modo

---

<sup>290</sup> Si deve infatti tenere conto che l'ipermedia finale avrà valenze didattiche, quindi la sua lettura non sarà limitata a pochi minuti.

<sup>291</sup> Il "rapporteur" gira tra i vari gruppi, segue il lavoro svolto, prende appunti e annota gli eventuali problemi. Questo permette di avere una "memoria storica" del lavoro svolto e di agevolare il professore nella fase di "timeout" dove si interrompe il lavoro e si discute su ciò che è stato sviluppato e sui problemi eventualmente sorti.

<sup>292</sup> Il bottone di Help (o Aiuto o Istruzioni) spiega cosa fare quando non si riesce ad andare avanti nella navigazione (Toselli, 1998).

<sup>293</sup> Annotandole su un blocco appunti durante la navigazione all'interno dell'ipertesto.

<sup>294</sup> In gergo il filmato prende il nome di "movie".

da diminuirne le dimensioni, questo stratagemma abbassa però notevolmente la qualità dell'immagine, rispetto agli standard televisivi.

E' utile quindi usare i seguenti accorgimenti che sono specifici per gli ipermedia (Toselli, 1998):

- bisogna tenere conto del fatto che molta luminosità viene persa nella trasposizione da video tradizionale a filmato digitalizzato<sup>295</sup>;
- è inutile indugiare su particolari minimi, sia di perfezione dell'immagine sia di inquadratura;
- conviene privilegiare i primi piani;
- non ci si deve fermare su un'inquadratura fissa<sup>296</sup>, ma compiere frequenti movimenti di camera o di focale (rispettivamente zoom in avanti e indietro).

I filmati utilizzati nel progetto sono stati registrati usando una tradizionale videocamera, cercando in parte di rispettare le precedenti regole. In seguito sono stati digitalizzati e ritoccati via software utilizzando il programma Adobe Première™. In seguito sono stati salvati nel formato .AVI.

Le animazioni sono invece state create usando:

- il programma Animagic®<sup>297</sup> che permette di creare le GIF animate come successione di fotogrammi sequenziali (in modo analogo ad un tradizionale cartone animato);
- degli Applet in linguaggio Java;
- delle routine in linguaggio Java-Script<sup>298</sup>.

Durante questa fase, è bene sapere calibrare la scelta dei codici di comunicazione per non avere il sovraccarico cognitivo e la perdita dell'attenzione. Per evitare ciò è stata applicata la seguente regola:

- si usa il commento vocale solo se è necessario;
- si utilizzano le animazioni solo per spiegare quei concetti che non possono essere chiariti con le immagini statiche;
- si usano i filmati solo se non possono essere usati altri codici di comunicazione<sup>299</sup> (testo, immagini, animazioni, voce).

**Nicholas Negroponte** (1995), parlando delle potenzialità grafiche dei computer dell'ultima generazione, afferma che *"la vista e gli altri sensi si rinforzano a vicenda"*. Se si pensa alle applicazioni didattiche multimediali la sua affermazione potrebbe essere così riformulata: *"vedere rafforza la comprensione di ciò che si sta leggendo o ascoltando"*. L'immagine è quindi alla base della didattica che si fonda sulla multimedialità (Calvani, 1996), sarebbe più corretto affermare che rende particolarmente efficace la comunicazione in forma multimediale<sup>300</sup>. Soprattutto i messaggi giungono più facilmente a destinazione e si rafforzano, se sono coadiuvati da ciò che Freedberg chiama "il potere delle immagini".

---

<sup>295</sup> Si devono quindi evitare le luci soffuse.

<sup>296</sup> Essa crea infatti un effetto "francobollo", ossia il soffocamento dell'immagine.

<sup>297</sup> Questo software shareware è scaricabile da Internet ed è reperibile su molti FTP (File Transfer Protocol).

<sup>298</sup> Sono state privilegiate le routine in Java-Script rispetto agli Applet Java, in quanto esse si possono direttamente inserire all'interno della pagina ipertestuale, scritta in HTML, senza dovere creare il bytecode necessario per gli Applet Java. Nell'appendice C si trovano alcune di queste procedure.

<sup>299</sup> In questo caso la limitazione all'uso dei filmati è connessa alle loro notevoli dimensioni (30 - 40 Mb per un filmato, in formato AVI, di circa tre minuti).

<sup>300</sup> Si naviga infatti più facilmente esplorando un'immagine che scorrendo un indice testuale.

Per questo motivo, in questo progetto si è cercato di dedicare un po' di spazio anche all'educazione all'immagine tramite la grafica computerizzata<sup>301, 302</sup>. Ciò ha permesso di creare un'interfaccia grafica dell'ipermedia che permettesse di sfruttare le immagini come metafore grafiche per la navigazione (abbinando ad esse anche i links). L'ipermedia è stato completato nell'ultima settimana del mese di maggio e, dopo la fase di controllo e di verifica si è passati alla creazione<sup>303</sup> del primo prototipo su CD-ROM (la figura 20 ne illustra una pagina).

Le dimensioni totali della prima versione dell'ipermedia sono di 124 Mb.



Figura 20. Una pagina dell'ipermedia realizzato dal primo campione.

<sup>301</sup> Usando gli applicativi Adobe Photoshop™, Animagic™.

<sup>302</sup> Secondo Rotto: "I ragazzi (e gli stessi insegnanti) dovrebbero essere quotidianamente abituati a "costruire" immagini, partendo da un qualsiasi strumento informatico, dall'acquisizione di fotografie attraverso lo scanner alla manipolazione dell'immagine con i tanti software di computer graphics disponibili...fino alla progettazione e alla modellizzazione di immagini tridimensionali con gli strumenti della realtà virtuale, che non sempre richiedono macchine particolarmente potenti o particolari abilità tecniche. I ragazzi (e gli insegnanti) capirebbero così che la tecnologia digitale apre orizzonti di creatività impensabili con tecnologie analogiche e migliorerebbero la loro sensibilità grafica, esperienze che poi potranno essere messe a frutto nell'assemblaggio di qualsiasi applicazione multimediale".(Calvani, 1996, p.200):

<sup>303</sup> In gergo: *masterizzazione*.

### 3.1.3.7 La verifica dell'apprendimento

La creazione dell'ipermedia si è conclusa nell'ultima settimana del mese di maggio e ad essa è seguita la parte di studio con il CD-ROM e la verifica dell'apprendimento che verranno discussi nel prossimo capitolo.

Il campione di studenti, nella prima settimana del mese di giugno 1998, ha potuto studiare i concetti di base inerenti le Reti Neurali, utilizzando il prototipo di CD-ROM. Le ore dedicate allo studio sono state quattro, a cui sono seguite due prove strutturate (test a scelta multipla):

- Una per misurare il grado di apprendimento conseguito sia costruendo che utilizzando questo ipermedia;
- Una per misurare la qualità del progetto e il processo di interazione professore (tutor) - studente.

Si è privilegiato in questa fase lo studio individuale<sup>304</sup>, quindi vi era uno studente per ogni computer<sup>305</sup>. Osservando questa fase di studio, sono scaturite le seguenti considerazioni:

- sull'ipermedia non si può sottolineare, evidenziare con i colori, ossia svolgere quel tipo di lavoro che normalmente si fa sulle pagine di un libro tradizionale;
- non si riescono a memorizzare videate molto lunghe (ossia quelle per cui è previsto uno "scrolling" non di poche righe).

Rimane in parte quindi confermato il disagio nello studiare su un ipermedia che ancora non permette quelle azioni tipiche che la tradizione scolastica ha assegnato allo studio sul libro di testo<sup>306</sup>. La mancanza di un supporto cartaceo e la non possibilità di portarsi a casa il CD-ROM per un ulteriore studio<sup>307</sup>, ha sviluppato due diverse strategie di studio:

- nella prima si prendevano appunti utilizzando il tradizionale quaderno di carta su cui si annotavano le informazioni che lo studenti riteneva le più importanti;
- nella seconda strategia<sup>308</sup> si utilizzava una *copia velina elettronica*, che si è ottenuta selezionando e copiando<sup>309</sup> le parti testuali dell'ipermedia e poi incollandole al Blocco Note di Windows 95 (in questo modo lo studente, al termine della sessione di studio, può stampare i propri appunti e avere quindi un supporto cartaceo anche per lo studio a casa).

---

<sup>304</sup> Questo è necessario in quanto i tempi di apprendimento variano da studente a studente. Inoltre ogni studente può scegliere il proprio percorso ipertestuale preferenziale.

<sup>305</sup> E' stato utilizzato per questo scopo un secondo laboratorio dotato di altri 10 computer.

<sup>306</sup> Come afferma Toselli *"ma sarà poi il compito dell'ipertesto ripercorrere le stesse funzionalità presenti nel testo cartaceo?"* (1998, p. 30).

<sup>307</sup> Questa scelta deriva dal fatto che si desidera controllare il modo in cui studiano e apprendono tutti gli elementi del campione usando questa nuova tecnologia (ndr.).

<sup>308</sup> Quella che si ritiene più moderna e "informatizzata".

<sup>309</sup> Usando l'area di memoria Appunti che è condivisa da tutti gli applicativi Windows.

E' stato osservato anche il modo in cui i soggetti fruiscono delle diverse pagine e i tempi di permanenza sulle stesse. In generale:

- si è evitato il "clicking" e quindi la tendenza a navigare velocemente all'interno dell'ipermedia;
- la strategia di esplorazione dell'ipertesto è stata quasi "lineare" per la maggior parte dei soggetti (ossia si è partiti dal primo argomento presentato nella Home Page, poi al secondo, e così via).

Agli studenti è stato inoltre chiesto di indicare quale pagina ipertestuale ritenessero più difficile da comprendere e il 100% degli elementi del campione ha indicato come "difficile" la pagina dedicata al modello di Hopfield, in quanto contiene molte relazioni matematiche e concetti di statistica di non facile comprensione<sup>310</sup>.

Gli obiettivi tassonomici da misurare sono stati stabiliti inizialmente (come già accennato nel precedente capitolo) e sono in accordo con la tassonomia di Bloom (quindi suddivisi in "sapere" e "saper fare"<sup>311</sup>). Gli obiettivi trasversali di conoscenza delle tecnologie informatiche sono stati invece controllati durante le lezioni di laboratorio. La prossima figura 21 illustra il test al quale i soggetti in esame sono stati sottoposti.

### **Reti Neurali: Test di Conoscenza e Comprensione**

- 1) I primi studi sulle reti neurali già si effettuarono:  
a) negli anni '30 e '40      b) '40 e '50      c) '50 e '60      d) '60 e '70
- 2) Gli studi sulle reti neurali furono interrotti perché:  
a) si dimostrò l'inutilità di queste reti      b) si interruppero i fondi  
c) si intrapresero studi sull'intelligenza artificiale      d) i ricercatori preferirono dedicarsi ad altre ricerche
- 3) Il sistema nervoso provvede: (completare)
  - Alla trasmissione di informazioni e..... nell'interno del corpo sia dall'unità periferica verso l'unità centrale e viceversa.
  - All'elaborazione e riconoscimento delle.....
  - All'emissione di opportuni segnali.
  - Alla memorizzazione dei programmi che permettono il coordinamento dei.....
  - All'elaborazione e generazione dei segnali.....
- 4) Il Nucleus Accumbens è:  
a) Il centro delle emozioni.      b) Il centro dell'appetito.  
c) Il centro degli stimoli sessuali      d) Il centro dei sentimenti
- 5) Il neurone è:  
a) Il componente fondamentale del sistema nervoso  
b) una delle parti del sistema nervoso  
c) una cellula      d) la sede dei sentimenti

---

<sup>310</sup> Il campione ha conoscenze di matematica e statistica comuni a molti Licei italiani.

<sup>311</sup> O in conoscenza, comprensione, applicazione sintesi e rielaborazione (Bloom, 1956).

- 6) Schematizzare la struttura di un neurone.
- 7) Nel trasferimento dei dati dalle sinapsi al neurone:
  - a) Gli impulsi chimici si trasmettono attraverso i neuroni usando le sinapsi.
  - b) Gli impulsi elettrici passano direttamente dal terminale presinaptico al soma del neurone destinatario;
  - c) Gli impulsi elettrici passano direttamente attraverso le sinapsi usando i neuroni.
  - d) Gli impulsi elettrici non passano direttamente dal terminale presinaptico al soma del neurone destinatario;
- 8) Schematizzare il modello di McCulloch e Pitts.
- 9) Frank Rosenblatt elaborò il proprio modello nel:
  - a) 1960                      b) 1961                      c) 1962                      d) 1963
- 10) Igor Aleksander elaborò il proprio modello neurale nel:
  - a) 1978                      b) 1979                      c) 1980                      d) 1981
- 11) Le reti neurali cercano:
  - e) Di riprodurre, attraverso modelli matematici, il funzionamento e l'apprendimento del cervello umano.
  - f) Di riprodurre, attraverso modelli matematici, il funzionamento del cervello umano.
  - g) Di riprodurre, attraverso modelli matematici, l'apprendimento del cervello umano.
  - h) Di riprodurre, attraverso modelli matematici, tutto il cervello umano.
- 12) Il modello di Hopfield è nato:
  - a) Per la realizzazione di una rete neurale.
  - b) Per la realizzazione di una rete neurale in modo hardware.
  - c) Per la realizzazione di una rete neurale sia in modo hardware sia software.
  - d) Per la realizzazione sotto forma teorica di una rete neurale (attraverso un modello).
- 13) Uno dei limiti del modello di Hopfield è :
  - a) Non viene considerato il modo con cui i segnali elettrici (o spikes) sono generati dai neuroni.
  - b) C'è poca diluizione.
  - c) C'è molta asimmetria
  - d) C'è interazione.
- 14) Elenca alcune applicazioni delle reti neurali.  
.....
- 15) Disegna uno degli schemi che hai studiato di reti neurali recenti.

Figura 21. Il test a scelta per misurare all'apprendimento del campione di studenti.

I risultati sono stati raccolti nella tabella illustrata in figura 22 che è stata realizzata con Excel <sup>TM</sup> per Microsoft Office 97<sup>TM</sup>.

Domanda	Corrette	Sbagliate	I primi studi sulle reti neurali già si effettuarono nel?
1	11	4 (Domanda di conoscenza)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Gli studi sulle reti neurali furono interrotti. Perché?
2	9	6 (Domanda di conoscenza)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Il sistema nervoso provvede:
3	13	2 (Domanda di comprensione)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Il Nucleus Accumbens è:
4	9	6 (Domanda di comprensione)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Il neurone è:
5	13	2 (Domanda di conoscenza)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Schematizzare la struttura di un neurone
6	11	4 (Domanda di comprensione-applicazione)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Nel trasferimento dei dati dalla sinapsi al neurone:
7	11	4 (Domanda di conoscenza)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Schematizzare il modello di McCulloch Pitts
8	5	10 (Domanda di comprensione)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Frank Rosenblatt elaborò il proprio modello nel:
9	8	7 (Domanda di conoscenza)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Igor Alexander elaborò il proprio modello neurale nel:
10	8	7 (Domanda di conoscenza)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Una rete neurale cerca:
11	13	2 (Domanda di comprensione-applicazione)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Il modello di Hopfield è nato per:
12	11	4 (Domanda di comprensione-applicazione)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Uno dei limiti del modello di Hopfield è:
13	10	5 (Domanda di comprensione-applicazione)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Elenca alcune applicazioni delle reti neurali
14	13	2 (Domanda di comprensione-applicazione)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Disegna uno degli schemi che hai studiato di reti neurali recenti
15	2	13 (Domanda di comprensione-applicazione)	

Figura 22. Tabella che raccoglie i risultati del test.

### 3.1.3.7.1 Commento ai risultati del test

Dalla precedente tabella di figura 22 si ricava che le risposte corrette ai quesiti posti nel test sono 147 (su un totale di 225), pari al 65.3%. Nella prossima tabella (figura 23), sono invece raccolte le percentuali inerenti le risposte corrette a ogni domanda del test<sup>312</sup>.

Numero domanda	Percentuale risposte corrette
1	73,3
2	60
3	86,6
4	60
5	86,6
6	73,3
7	73,3
8	33,3
9	53,3
10	53,3
11	86,6
12	73,3
13	66,6
14	86,6
15	13,3

Figura 23. Percentuale delle risposte esatte a ogni domanda del test.

Dalla tabella è stato ricavato il seguente istogramma (figura 24):

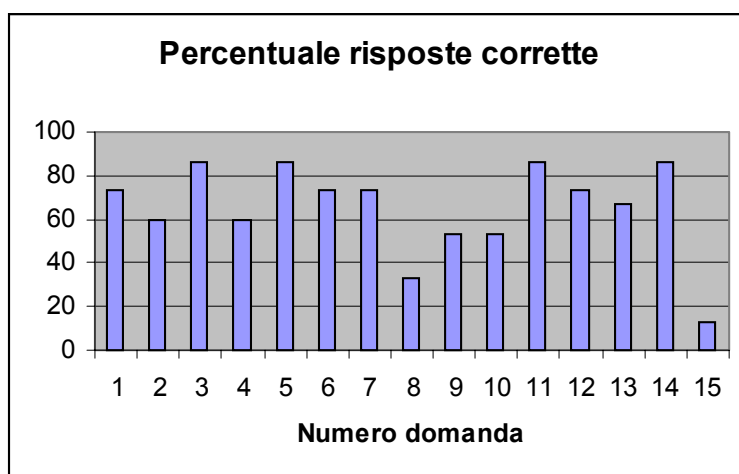


Figura 24. Istogramma relativo alla percentuale di risposte corrette ad ogni domanda del test.

Osservando l'istogramma di figura 24 si possono trarre le seguenti considerazioni:

<sup>312</sup> Si tenga presente che gli istogrammi sono stati costruiti con le percentuali approssimate all'intero; mentre nella tabella di figura 23 appaiono le percentuali approssimate al primo decimale



- gli studenti hanno risposto a 4 domande (rispettivamente la 3, la 5, la 11 e la 14) con una percentuale superiore al 78% (hanno quindi raggiunto un ottimo target cognitivo che comprendeva gli obiettivi tassonomici di conoscenza e di comprensione);
- cinque domande (rispettivamente la 1, la 6, la 7, la 12 e la 13) hanno ottenuto una percentuale intorno al 70% (discreto raggiungimento degli obiettivi prefissati);
- due domande (la 2 e la 4) hanno ottenuto una percentuale di risposte corrette intorno al 60% ;
- 2 domande (la 9 e la 10) hanno avuto una percentuale superiore al 50% (questo è un livello di guardia, circa la metà degli studenti non ha appreso in modo corretto);
- 2 domande (la 8 e la 15) hanno avuto una bassa percentuale di risposte corrette.

Le possibili spiegazioni di quest'ultima considerazione vanno ricercate nell'organizzazione dell'ipermedia. La struttura dell'ipertesto (gerarchico) ha infatti inserito queste informazioni in pagine abbastanza lunghe da consultare o in figure di complessa lettura (come la domanda sul Nucleus Accumbens).

Di conseguenza i contenuti informativi di queste pagine ipertestuali andranno riorganizzati e dovranno essere calibrati in modo opportuno i codici di comunicazione (testo, animazioni e filmati) che vengono in esse usati<sup>313</sup>.

### 3.1.3.7.2 Il test per valutare il progetto

Il secondo test (anonimo<sup>314</sup>) è indispensabile per potere avere una valutazione del progetto da parte del campione di studenti.

Le voci analizzate sono state classificate nel seguente modo:

- Aspetti generali del progetto;
- Aspetti del lavoro per gruppi;
- Aspetti del coordinamento;
- Aspetti cognitivi e comportamentali.

La scheda di valutazione<sup>315</sup>, che è illustrata di seguito, è stata proposta al campione di studenti, nella seconda settimana del mese di giugno.

#### SCHEDA VALUTAZIONE DEL PROGETTO: Aspetti generali

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Come è stata la presentazione generale del progetto?	Non chiara	Solo in parte chiara	Sufficientemente chiara	Chiara e interessante	Esauriente e stimolante
Come è stata l'indicazione delle specifiche del progetto?	Non chiara	Solo in parte chiara	Sufficientemente chiara	Chiara e interessante	Esauriente e stimolante
Le istruzioni fornite ai gruppi sono state chiare?	No, in nessun caso	Solo sporadicamente	Sufficienti in generale	Quasi sempre	Sempre
Le informazioni e il materiale distribuito per il lavoro erano	No	Solo in parte	Generalmente sì	Sì, nella quasi totalità	Sì sempre in tutti gli aspetti

<sup>313</sup> La modifica di queste pagine verrà fatta dal secondo campione di studenti nell'anno scolastico 1998/99.

<sup>314</sup> E' necessario che il test sia anonimo in modo che i soggetti, non sentendosi controllati, possano dire la verità anche criticando il professore o il tipo di approccio al progetto stesso (ndr.).

<sup>315</sup> Sotto forma di test a scelta multipla.

adeguati?					
Il lavoro ha comportato o stimolato la ricerca in Internet di materiale da inserire nel progetto?	No	Sì, ma solo qualche rarissima volta	Sì, ma solo occasionalmente	Sì, in modo regolare	Sì, in modo intenso
Qual è stato il tuo coinvolgimento nella produzione del modulo ipermediale?	Nulla	Scarso	Sufficiente e motivante	Buono e trascinante	Notevole ed entusiasmante

## Aspetti del lavoro per gruppi

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Gli obiettivi da conseguire erano noti al tuo gruppo fin dall'inizio del lavoro?	No	Sì, solo in parte	Sì, in modo sufficiente	Sì in maniera discreta	Sì, in modo chiaro
La cooperazione si è realizzata fra i membri del gruppo	No, in modo molto marginale	Raramente	Sì, con sufficiente regolarità	Sì, con discreta regolarità	Sì, con continuità e in modo intenso
C'è stato nel gruppo un elemento più attivo, trascinatore?	Sì e ha monopolizzato il lavoro	Spesso, in modo da lasciare poco spazio agli altri	Sì, ma è stato equilibrato da altri	Raramente, è prevalso il lavoro d'insieme	Mai, c'è stata integrazione fra tutti
C'è stata diversità di ritmi nel lavoro?	Sì, alcuni compagni hanno frenato	Qualche volta, su problemi particolari	A seconda delle difficoltà, per membri variabili	Rari rallentamenti sono stati provocati da membri del gruppo	Il ritmo è stato costante e condiviso da tutti
Sono stati differenziati i ruoli e i compiti all'interno del gruppo?	Sì, a causa di impreparazione da parte dei membri	Molte volte, per sopperire alle difficoltà di alcuni membri	Sì, ma nel complesso si sono integrati in modo positivo	Sì, ma senza che alcuni abbiano lavorato meno di altri	Sì, ma con uno scambio sempre produttivo
Come si è svolta la collaborazione fra i gruppi?	In modo marginale	A tratti ma non in modo continuativo	Con sufficiente regolarità	Con discreta regolarità	Con continuità e intensamente
Come è risultato il lavoro, svolto dal gruppo?	Insoddisfacente	Sono restati parti incomplete	Sufficiente	Soddisfacente	Buono

## Aspetti del coordinamento

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Il tutor è riuscito a intervenire secondo le necessità e le richieste?	No, con troppo ritardo	Spesso non a tempo o non in modo adeguato	In modo sufficiente	In modo pronto ed efficace	In modo perfetto e assiduo
Il calendario e i tempi sono stati ben calcolati?	No, in nessun caso	Con molte lacune	Con poche lacune	In modo quasi sempre soddisfacente	In modo soddisfacente
L'aiuto del tutor è stato adeguato?	No, in nessun caso	Con molte lacune	Con poche lacune	In modo quasi sempre soddisfacente	In modo soddisfacente
E nei contenuti?	No, in nessun caso	Con molte lacune	Con poche lacune	In modo quasi sempre soddisfacente	In modo soddisfacente
E nei modi?	No, in nessun caso	Con molte lacune	Con poche lacune	In modo quasi sempre soddisfacente	In modo soddisfacente

## Aspetti cognitivi e comportamentali

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Lo studio con questo CD-ROM è stato in parte difficile. Perché?	Mancava la parte su carta	Mancava il tempo per approfondire	Interfaccia grafica non buona	Non sono abituato a studiare con un CD-ROM	Altro...
Reputi che studiare producendo un CD-ROM sia valido?	No, è uno spreco di tempo	No, ci vuole troppo tempo	Sì, mi permette di imparare mentre produco il CD-ROM	Sì, perché è bello lavorare e collaborare con i compagni	

I risultati sono stati raccolti nelle seguenti tabelle illustrate in figura 25 (i numeri nella colonna delle frequenze indicano in realtà gli aggettivi inerenti all'opzione scelta) :

DOMANDE	FREQUENZE <sup>316</sup>				
ASPETTI GENERALI					
Com'è stata la presentazione generale del progetto	0	4	4	7	0
Com'è stata l'indicazione delle specifiche del progetto	0	2	10	3	0
Le istruzioni fornite ai gruppi sono state chiare?	0	3	5	6	1
Le informazioni e il materiale distribuito erano adeguati?	1	2	6	2	4
Il lavoro ha comportato o stimolato la ricerca in Internet...	7	3	2	3	0
Qual è stato il tuo coinvolgimento nella produzione del ...	0	0	5	5	5
ASPETTI DEL LAVORO DI GRUPPO					
Gli obiettivi da conseguire erano noti fin dall'inizio?	1	3	6	2	3
La cooperazione si è realizzata all'interno del gruppo?	0	0	3	0	12
C'è stato nel gruppo un elemento più attivo, trascinatore?	0	0	7	5	3
C'è stata diversità di ritmi nel lavoro?	0	3	2	4	6
Sono stati differenziati i ruoli e i compiti nel gruppo	0	0	3	11	1
Come si è svolta la collaborazione?	1	5	1	4	4
Com'è risultato il lavoro svolto dal gruppo?	0	0	8	4	3
ASPETTI DEL COORDINAMENTO					
Il Tutor è riuscito a intervenire...	0	4	3	8	0
Il calendario e i tempi sono stati ben calcolati?	2	2	6	3	2
L'aiuto del Tutor è stato adeguato?	1	1	4	3	6
E nei contenuti?	0	2	0	9	4
E nei modi?	0	3	1	4	7
ASPETTI COGNITIVI E COMPORTAMENTALI					
Lo studio con questo CD-ROM è stato in parte difficile. Perché?	4	4	1	4	2
Reputi che questo metodo di produrre CD-ROM sia valido?	0	0	15	0	

Figura 25. La tabella scaturita dall'analisi dei risultati della scheda di valutazione.

### 3.1.3.7.3 Commento ai risultati del test per la valutazione del progetto

Dall'osservazione della tabella di figura 25 e dagli istogrammi da essa scaturiti si possono fornire delle interessanti considerazioni.

Per quanto concerne gli *Aspetti generali del progetto* alla voce:

- "Come è stata la presentazione generale del progetto?" il 27% ha detto che è stata "solo in parte chiara", il 27% "sufficientemente chiara" e il 46% "chiara e interessante". C'è da notare che 4 studenti hanno espresso un parere negativo sulla presentazione del progetto (che quindi va corretta per il prossimo campione).
- "Come è stata l'indicazione delle specifiche del progetto?" il 13% ha risposto che è stata "solo in parte chiara", il 67% "sufficientemente chiara" e il 20% "chiara e interessante" (in questo caso le risposte positive sono incoraggianti).
- "Le istruzioni fornite ai gruppi sono state chiare?" il 20% dei soggetti ha risposto "solo sporadicamente", il 33% "sufficienti in generale", il 40% "quasi sempre", il 7% "sempre". Anche in questo caso le risposte positive sono incoraggianti.

<sup>316</sup> Delle colonne relative alle risposte numerate con 1, 2, 3, 4 e 5.

- "Le informazioni e il materiale distribuito erano adeguati?" il 6% ha risposto "no", il 13% "solo in parte", il 40% "generalmente sì", il 13% "sì, nella quasi totalità" e il 27% "sì, sempre e in tutti gli aspetti".
- "Il lavoro ha comportato o stimolato la ricerca in Internet di materiale da inserire nel progetto?" il 47% ha risposto "no", il 20% "sì, ma solo qualche rarissima volta", il 13% "sì, ma solo occasionalmente", il 27% "sì, in modo regolare". In questo caso, viste le risposte al quesito, è stato completamente raggiunto l'obiettivo di utilizzare Internet come uno degli strumenti primari per la ricerca delle informazioni.
- "Qual è stato il tuo coinvolgimento nella produzione del modulo ipermediale?" il 33% ha risposto "sufficiente e motivato", il 33% "buono e trascinante", il 33% "notevole ed entusiasmante". Conseguito l'obiettivo di coinvolgimento anche degli studenti che in genere sono passivi nell'approccio didattico tradizionale.

Per quanto concerne gli *Aspetti del lavoro per gruppi* alla voce:

- "Gli obiettivi da conseguire erano noti fin dall'inizio?" il 6% ha risposto "no", il 20% "sì, solo in parte", il 40% "sì, in modo sufficiente", il 13% "sì in maniera discreta", il 20% "sì, in modo chiaro". Gli obiettivi cognitivi da conseguire sono risultati chiari alla maggior parte dei soggetti.
- "La cooperazione si è realizzata fra i membri del gruppo" il 20% ha risposto "sì, con sufficiente regolarità" l'80% "sì, con continuità e in modo intenso". Quindi risulta conseguito l'obiettivo di sviluppare un clima collaborativo all'interno della classe e dei gruppi.
- "C'è stato nel gruppo un elemento più attivo, trascinatore?" il 47% "sì, ma stato equilibrato da altri", il 33% "Raramente, è prevalso il lavoro d'insieme", il 20% "mai, c'è stata integrazione fra tutti". Nessuno studente (nemmeno tra quelli più bravi) ha prevalso nel gruppo di lavoro e quindi si è consolidato il lavoro di squadra.
- "C'è stata diversità di ritmi nel lavoro?" il 20% ha risposto "qualche volta, su problemi particolari", il 13% "a seconda delle difficoltà, per membri variabili", il 27% "rari rallentamenti sono stati provocati da membri del gruppo", il 40% "il ritmo è stato costante e condiviso da tutti". Da qui scaturisce un positivo coordinamento tra i membri di uno stesso gruppo.
- "Sono stati differenziati i ruoli e i compiti all'interno del gruppo?" il 20% ha risposto "sì, ma nel complesso si sono integrati in modo positivo", il 73% "sì, ma senza che alcuni abbiano lavorato meno di altri", il 6% "sì, ma con uno scambio sempre produttivo". Questo evidenzia una corretta suddivisione di compiti<sup>317</sup>
- "Come si è svolta la collaborazione fra i gruppi?" il 6% ha risposto "in modo marginale", il 33% "a tratti ma non in modo continuativo", il 6% "con sufficiente regolarità", il 27% "con discreta regolarità", il 27% "con continuità e intensamente". La sinergia tra i diversi gruppi è stata giudicata dagli studenti discreta.
- "Come è risultato il lavoro, svolto dal gruppo?" il 53% ha risposto "sufficiente", il 27% "soddisfacente" e il 20% "buono".

Per quanto concerne gli *Aspetti del coordinamento* alla voce:

- "Il tutor è riuscito a intervenire secondo le necessità e le richieste?" il 27% ha risposto "spesso non a tempo o non in modo adeguato", il 20% "in modo sufficiente", il 53% "in modo pronto ed efficace". Il 27% dei soggetti, assegnando

---

<sup>317</sup> E' un importante obiettivo per questi studenti che saranno futuri tecnici nel campo dell'informatica, dove spesso i progetti sono eseguiti in modo collaborativo.

agli interventi del tutor un giudizio negativo, gli impone di correggere il proprio intervento con il campione successivo.

- "Il calendario e i tempi sono stati ben calcolati?" il 13% ha risposto "no, in nessun caso", il 13% "con molte lacune", 40% "con poche lacune", il 20% "in modo quasi sempre soddisfacente" e il 13% "in modo soddisfacente". Il 26% dei soggetti ha espresso un giudizio negativo che però va qui interpretato in modo differente, infatti molti studenti non erano abituati a essere così sollecitati per il completamento del progetto.
- "L'aiuto del tutor è stato adeguato?" il 6% ha risposto "no, in nessun caso", il 6% "con molte lacune", il 27% "con poche lacune", il 20% "in modo quasi sempre soddisfacente" e il 40% "in modo soddisfacente".
- "E nei contenuti?" il 13% ha risposto "con molte lacune", il 60% "in modo quasi sempre soddisfacente" e il 27% "in modo soddisfacente".
- "E nei modi?" il 20% "con molte lacune", il 6% "con poche lacune", il 27% "in modo quasi sempre soddisfacente" e il 47% "in modo soddisfacente".

Per quanto concerne gli *Aspetti cognitivi e comportamentali* alla voce:

- "Lo studio con questo CD-ROM è stato in parte difficile. Perché?", il 27% ha risposto "mancava la parte su carta", il 27% "mancava il tempo necessario per uno studio più approfondito", il 6% "l'interfaccia grafica non è buona", il 27% "non sono abituato a studiare con un CD-ROM" e il 13% ha inserito un proprio commento.
- "Reputi che studiare producendo un CD-ROM sia valido?" il 100% del campione ha risposto: "sì, in quanto mi permette di imparare mentre produco il CD-ROM".

### 3.2 Fase 2: lo scenario iniziale

La classe campione che ha partecipato alla Fase 2 del progetto è la quinta sezione A della specializzazione in Informatica dell'Istituto Tecnico Industriale Statale "Lorenzo Cobianchi" di Verbania Intra. La materia coinvolta è ancora Sistemi per il Trattamento delle Informazioni (6 ore alla settimana) e il progetto è stato sviluppato nelle attività di laboratorio connesse a questa disciplina (3 ore settimanali), iniziando nel mese di settembre 1998. La classe campione coinvolta è composta da 14 studenti (12 maschi e 2 femmine) di età compresa tra i 18 e 20 anni.

Essa possiede i seguenti prerequisiti di partenza<sup>318</sup>:

- nessuna conoscenza sulle reti neurali e i loro campi applicativi<sup>319</sup>;
- conoscenza dei concetti di informatica di base;
- conoscenza i linguaggi di programmazione C++<sup>TM</sup>, Visual Basic<sup>TM</sup>,
- saper costruire un documento organizzato in modo ipertestuale usando il linguaggio di programmazione HTML (HyperText Markup Language);
- saper navigare in Internet;
- saper usare i motori di ricerca in Internet.

La Fase 2 del progetto è stata suddivisa nei seguenti punti:

- Test di conoscenza sulle reti neurali;
- Presentazione del progetto;
- Analisi dell'interfaccia grafica dell'ipermedia prodotto nell'anno a.s. 1997/98;
- Modifica dell'ipermedia dal punto di vista dell'interfaccia grafica;

---

<sup>318</sup> Quasi identici a quelli stabiliti nella Fase 1 del progetto.

<sup>319</sup> Questo prerequisito è stato verificato anche in questo caso con un test di conoscenza (i cui risultati verranno descritti nel prossimo paragrafo).

- Modifica dell'ipermedia dal punto di vista dei contenuti;
- Verifica dell'ipermedia
- Verifica dell'apprendimento conseguito .

La penultima fase permette di inserire una retroazione (o feedback) che consente di eseguire ulteriori modifiche (come illustrato nel flowchart di figura 27).

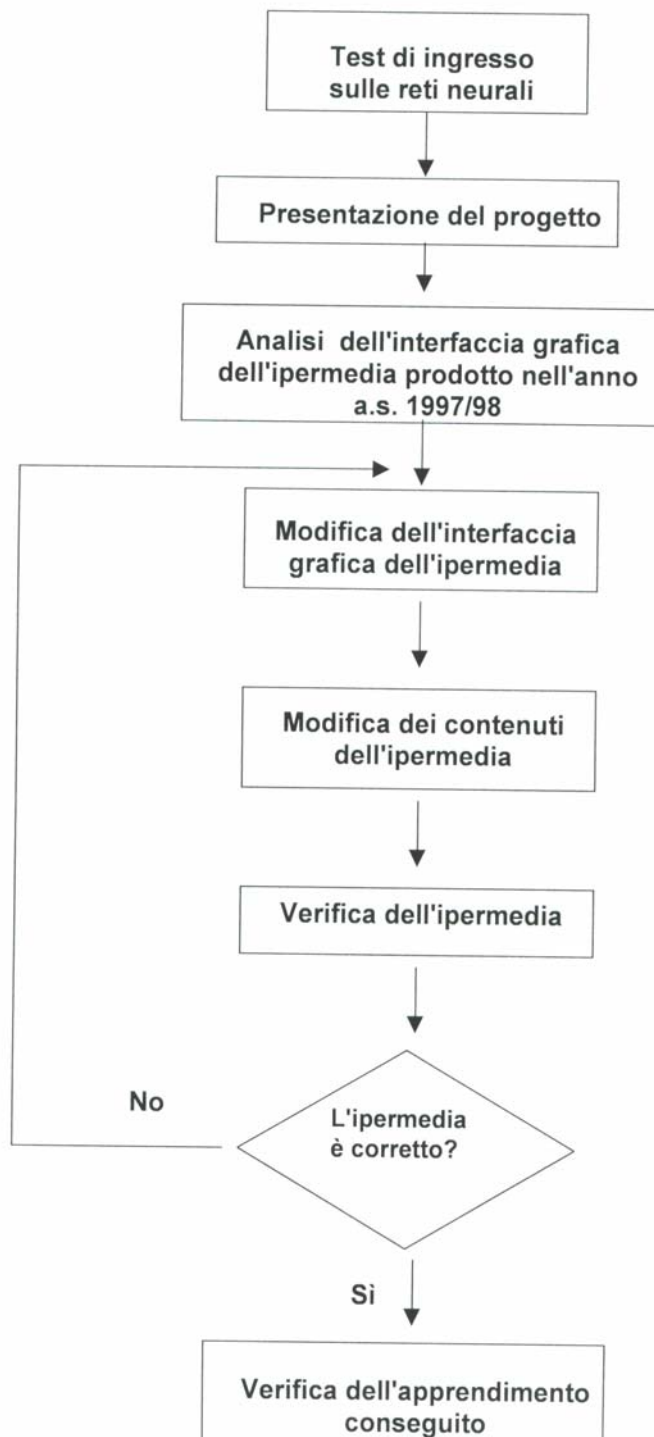


Figura 27. Flowchart delle fasi svolte nella Fase 2 del progetto.

### 3.2.1 Test di conoscenza sulle reti neurali

Prima di iniziare il progetto di ricerca vero e proprio, il campione di 14 studenti è stato sottoposto, nel mese di settembre 1998, allo stesso test di ingresso del precedente campione. I risultati sono raccolti nella tabella di figura 28.

Numero della domanda	Numero risposte corrette	Numero risposte sbagliate
1) Il neurone è:	11	3
2) Sai schematizzare la struttura di un neurone?	5	9
3) Il sistema nervoso provvede:	7	7
4) Sai cos'è una rete neurale?	2	12
5) Conosci qualche schema di rete neurale?	0	14
6) I primi studi sulle reti neurali già si effettuarono nel:	2	12
7) le reti neurali cercano:	0	14
8) Sai elencare alcune applicazioni delle reti neurali?	0	14

Figura 28. Tabella scaturita dalla correzione del test di entrata.

La tabella di figura 28 è stata anch'essa elaborata statisticamente usando il foglio elettronico integrato Microsoft Excel™ e i risultati sono rappresentati graficamente tramite istogrammi. Dall'analisi della precedente tabella e dall'osservazione degli istogrammi si deduce che:

- le risposte corrette sono 27 (su un totale di 112), pari al 24%;
- le massime frequenze di risposte esatte si hanno, anche con questo campione, nella prime tre domande (che coinvolgono alcune conoscenze di biologia acquisite gli anni precedenti), rispettivamente con 11 risposte corrette (la 1, pari al 79% ), 5 risposte corrette la domanda 2 (pari al 36%) e 7 risposte esatte la 3 (pari al 50%);
- la frequenza delle risposte esatte nelle altre domande è nulla o bassissima.

Si può concludere che anche gli studenti scelti nell'anno scolastico 1998/99 non conoscono l'argomento "Reti Neurali" e rappresentano quindi un campione attendibile sul quale potere misurare, dopo la fase di ampliamento dell'ipermedia, l'apprendimento, su questo specifico argomento, avvenuto con la metodologia "Learning by Doing and Creating".

### 3.2.2 Presentazione del progetto

Il progetto è stato presentato alla classe il giorno 20 settembre 1998 durante una lezione tutoriale. Sono stati stabiliti gli scopi, gli obiettivi, il tempo a disposizione, i gruppi di lavoro, il calendario delle attività e le modalità di lavoro<sup>320</sup>.

La tabella di figura 29 illustra il calendario delle attività per l'anno scolastico 1998/99<sup>321</sup>.

Periodo	Tipo di attività
Ottobre 1998 (2 settimane <sup>322</sup> )	Analisi dell'interfaccia grafica dell'ipermedia (senza fase di studio)
Ottobre - Novembre (prime 2 settimane)	Modifica dell'interfaccia grafica
Novembre - Gennaio 1999	Ricerca di materiale per integrare l'ipermedia
Febbraio - Maggio 1999	Modifica dell'ipermedia <sup>323</sup>
Maggio 1999	Completamento del progetto, verifica e realizzazione del secondo prototipo su CD-ROM
Giugno 1999	Verifica sull'apprendimento conseguito

Figura 29. Calendario delle attività della Fase 2 del progetto "Learning by Doing and Creating".

Il calendario è stato consegnato agli studenti in modo che lo potessero seguire e controllare durante tutto lo svolgimento del progetto stesso.

### 3.2.3 Analisi dell'interfaccia grafica dell'ipermedia

I 14 studenti, suddivisi in 7 gruppi di 2 soggetti ciascuno, ha navigato nell'ipermedia per circa 4 ore (due lezioni di laboratorio). Al termine della navigazione sono stati sottoposti a un test (a scelta multipla) per valutare come hanno trovato l'interfaccia grafica<sup>324</sup>. La figura 30 riporta il test.

<sup>320</sup> Le modalità di lavoro presuppongono, come per il precedente campione, il "Giornale di bordo" e il "Timeout".

<sup>321</sup> Rispetto al precedente campione, si inizia con due mesi di anticipo e ciò permetterà all'insegnante di intervenire, in modo più incisivo, sul processo di apprendimento del campione stesso.

<sup>322</sup> Ogni settimana di lezione comprende 3 ore dedicate a questo progetto.

<sup>323</sup> Ossia l'aggiunta di spiegazioni e pagine ipertestuali che possano rendere la versione finale del CD-ROM ancora più completa.

<sup>324</sup> Il campione precedente non è stato sottoposto a questo test in quanto non avrebbe valutato il proprio lavoro con la necessaria imparzialità (ndr.).



## VALUTAZIONE INTERFACCIA GRAFICA DEL L'IPERMEDIA

### Interfaccia grafica

	(1)	(2)	(3)	(4)
Come è lo sfondo di background scelto?	Non attinente al lavoro	Esteticamente brutto	Abbastanza gradevole	Gradevole
Come trovi il tipo di carattere usato?	Fa faticare la vista	Non molto chiaro	Sufficientemente leggibile	Chiaro e di facile lettura
Come valuti i filetti inseriti come divisori?	Non attinenti al lavoro	Esteticamente brutti	Abbastanza gradevoli	Gradevoli
Le GIF animate inserite (tasti etc.) sono:	Brutte e di bassa qualità	Alcune non sono attinenti al tema svolto	Gradevoli e incisive	Belle
I pulsanti scelti sono:	Brutti	Standard come per gli altri applicativi	Belli	Discreti e apprezzabile l'idea di animarli
Le parole che rappresentano i links sono:	Illeggibili	Sufficientemente leggibili	Ben leggibili	
I filmati sono:	Di bassa qualità e inutili	Di bassa qualità ma utili	Di sufficiente qualità ma inutili	Di sufficiente qualità e utili
Le animazioni sono:	Di bassa qualità	Alcune non sono chiare	Gradevoli e incisive	belle
Gli effetti sonori inseriti sono:	Di bassa qualità e inutili	Inutili ed esasperanti	Utili in alcune pagine	Utili e ben inseriti nel contesto comunicativo

### Contenuti

	(1)	(2)	(3)	(4)
Le informazioni globalmente contenute nell'ipermedia sono:	Non chiare (nel 60% dei casi)	Non chiare nel 40% dei casi	Abbastanza chiare	Chiare
Il linguaggio usato è:	Difficile	Abbastanza semplice, difficile solo in qualche caso	Semplice	Semplice e chiaro
Le figure sono:	Non comprensibili	Comprensibili	Chiare	Chiare e di facile comprensione
Di seguito inserite i nomi delle 3 pagine ipermediali che ritenete le migliori				
Di seguito inserite i nomi delle 3 pagine ipermediali che ritenete le peggiori				

Figura 30. Il test per valutare l'interfaccia grafica.

I risultati dell'elaborazione del test sono raccolti nella tabella di figura 31 (alle frasi che potevano essere selezionate, sono stati sostituiti dei numeri).

DOMANDE	FREQUENZE <sup>325</sup>			
<b>INTERFACCIA GRAFICA:</b>				
Com'è lo sfondo di background scelto?	5	4	3	2
Come trovi il tipo di carattere usato?	3	2	9	0
Come valuti i filetti inseriti come divisori?	5	7	1	1
Le GIF animate inserite (tasti, etc.) sono:	0	8	5	1
I pulsanti scelti sono	1	1	3	9

<sup>325</sup> Delle colonne relative alle risposte numerate con 1, 2, 3 e 4.

Le parole che rappresentano i link sono:	1	10	3	0
I filmati sono:	0	13	1	0
Le animazioni sono:	1	4	7	2
Gli effetti sonori sono:	0	12	2	0
<b>CONTENUTI</b>				
Le informazioni globalmente contenute nell'ipermedia sono:	4	3	6	1
Il linguaggio usato è:	3	7	4	0
Le figure sono:	1	7	4	2

Figura 31. Tabella scaturita dalla correzione del test.

La tabella di figura 31 è stata elaborata statisticamente usando il foglio elettronico integrato Microsoft Excel™ e i risultati sono rappresentati graficamente tramite istogrammi. Dall'analisi della tabella di figura 31 e dall'osservazione degli istogrammi da essa scaturiti si deduce che una parte dell'interfaccia grafica va riprogettata.

Tra gli aspetti negativi evidenziati:

- Lo sfondo scelto è stato definito "brutto" o "non attinente" dalla maggior parte degli studenti (il 64%).
- I filetti inseriti come divisori sono "brutti o "non attinenti" (86%)
- Gli effetti sonori inseriti nell'ipermedia <sup>326</sup> sono risultati "inutili ed esasperanti" all'86% dei soggetti <sup>327</sup>.
- Le GIF animate (inserite come tasti, etc.) **sono risultate non "attinenti"** (per il 57% dei soggetti).

Mentre tra gli aspetti positivi si segnalano:

- I caratteri che sono "abbastanza leggibili" (76%).
- I pulsanti che sono "belli e buona l'idea di animarli" (86%).
- I links che sono "leggibili" (per il 93% dei soggetti).
- I filmati che sono "di bassa qualità ma utili" (93%).

### 3.2.4 Modifica dell'interfaccia grafica

Il primo lavoro affrontato dagli studenti è stato modificare l'interfaccia grafica per rendere ancora più "amichevole" l'interfaccia utente. Le regole utilizzate sono identiche a quelle descritte per il primo campione e sono in accordo con "l'usabilità" del sistema ipertestuale, alla quale sono associati i seguenti cinque parametri (Nielsen, 1990):

- Facile da apprendere;
- Efficiente da usare;
- Facile da ricordare;
- Con pochi errori;
- Piacevole all'uso.

Dopo l'attenta visione di molti ipertesti didattici e la discussione con il tutor, il campione ha deciso di modificare:

<sup>326</sup> Come ad esempio un "jingle" nella Home Page o i suoni associati ad alcuni eventi (ad esempio al click del mouse).

<sup>327</sup> Per i soggetti del campione questo non è un video game (ndr.).

- Lo sfondo (è stato privilegiato ancora il colore grigio <sup>328</sup> ma il motivo ricorrente nel disegno è diverso);
- Le dimensioni dei caratteri per il testo <sup>329</sup> (per rendere meno difficoltosa la lettura);
- Il disegno scelto come filetto separatore (si è mantenuto anche in questo caso il colore grigio ma il disegno scelto (molto stilizzato) è più attinente al soggetto trattato).

La figura 32 illustra la nuova Home Page modificata



Figura 32. La nuova Home Page con la modifica dello sfondo e del filetto.

Non è invece stata modificata l'organizzazione di ogni pagina video che rimane quella stabilita dal precedente campione, come pure le procedure in Java-script. Gli studenti hanno inoltre deciso di aggiungere una "Mappa di orientamento" che li aiutasse a non perdersi durante la navigazione <sup>330</sup> (Cesareni, 1995; Chou, Lin, 1998, Pilgrim, Leung, 1999). E' interessante notare che a questa decisione sono giunti da soli, senza quindi l'aiuto del tutor (che li ha invece consigliati sul tipo di mappa usare). In questo ambito, poiché l'ipermedia è stato sviluppato in HTML, si è deciso

<sup>328</sup> In quanto non stanca la vista.

<sup>329</sup> Le dimensioni dei titoli vanno invece bene.

<sup>330</sup> L'importanza della mappa di orientamento è già stata ribadita nei precedenti paragrafi.

di usare una "mappa di orientamento spaziale"<sup>331</sup>. Non è necessario utilizzare una "mappa di orientamento temporale"<sup>332</sup> in quanto l'ipertesto viene visualizzato utilizzando un comune Browser (Netscape Navigator™ o Internet Explorer™) che già possiede una memoria del percorso fatto.

Ogni gruppo di lavoro ha elaborato le mappe corrispondenti alle pagine ipertestuali da loro create o corrette. L'icona che è stata scelta per indicare la mappa di orientamento è una bussola animata.

Questa icona è stata inserita tutte le pagine ipertestuali<sup>333</sup> sempre nella stessa posizione (in alto a destra). Ogni singola mappa è stata creata con Adobe Photoshop™ (versioni 4.0 e 5.0). La figura 33 illustra la mappa di orientamento associata alla pagina inerente i "Cenni Biologici".

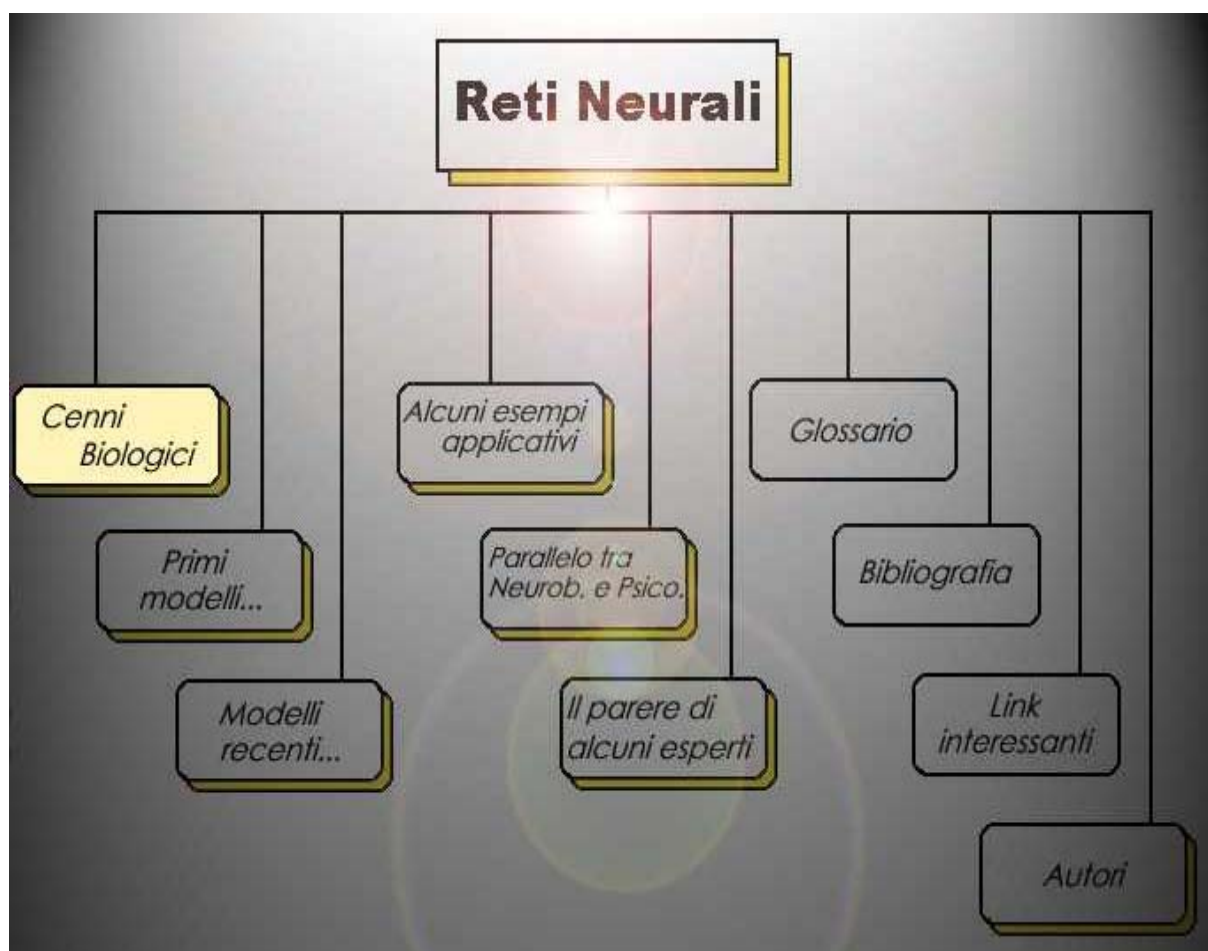


Figura 33. La mappa di orientamento spaziale associata alla pagina ipertestuale "Cenni Biologici".

Le regole con le quali è stata creata ogni mappa sono le seguenti:

<sup>331</sup> La mappa di orientamento di tipo spaziale fornisce lo schema organizzativo delle informazioni.

<sup>332</sup> La mappa di orientamento di tipo temporale permette di registrare i nodi che sono stati visitati dall'utente fino a quel momento.

<sup>333</sup> Ad esclusione della Home Page in quanto è la pagina di partenza.

- Ogni mappa non è sensibile <sup>334</sup> (ossia non permette di passare ad altre pagine ipertestuali; consente infatti solo di ritornare alla pagina a cui fa riferimento).
- Ogni cartella sovrapposta (come illustrato in figura 34) indica che la pagina ipertestuale contiene delle sotto pagine.

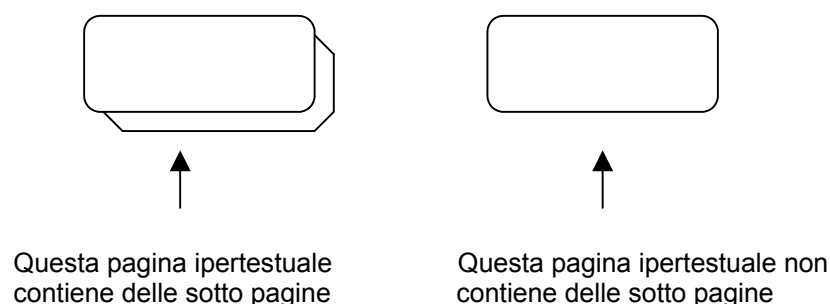


Figura 34. Il significato delle cartelle inserite nella mappa

Le mappe sono state disegnate dopo avere completato la struttura definitiva dell'ipermedia <sup>335</sup> , <sup>336</sup> .

### 3.2.5 Ricerca di materiale per integrare l'ipermedia

La ricerca del materiale che potesse integrare l'ipermedia è stata eseguita in modo analogo al precedente campione usando però in questo caso Internet in modo più integrato rispetto allo scorso anno scolastico. Al termine del lavoro è scaturita la versione definitiva della bibliografia che comprende 27 titoli <sup>337</sup> . Sono stati inoltre selezionati e catalogati altri sette siti <sup>338</sup> .

<sup>334</sup> Questa regola è importante per evitare ulteriori rischi di naufragio all'interno di questo ipertesto didattico. In genere, in altri progetti, le mappe sono state rese attive, come ad esempio nel lavoro di Pisani et al.(1995).

<sup>335</sup> Questo consiglio operativo è stato fornito dal tutor.

<sup>336</sup> Questa esigenza dipende dal fatto che le mappe sono state create utilizzando più livelli di disegno ed effetti speciali di Adobe Photoshop™. Una volta disegnata la mappa e sovrapposto l'effetto speciale, il disegno non poteva più essere modificato. Ciò ha quindi richiesto che la struttura dell'iperdocumento fosse quella definitiva (ndr.).

<sup>337</sup> Il linguaggio utilizzato nelle pubblicazioni selezionate è di tipo divulgativo e permette di avvicinare alla teoria delle reti neurali anche soggetti che non hanno ancora una cultura universitaria (come il campione di studenti in analisi). Inoltre vengono considerate solo pubblicazioni in lingua italiana.

<sup>338</sup> Che sono stati in seguito inseriti nella pagina denominata "Links interessanti". I siti sono:

- [http:// www. biocfam.unibo.it/aunsnc/](http://www.biocfam.unibo.it/aunsnc/) Sito contiene un atlante anatomico del sistema nervoso centrale con belle immagini.
- [http://lslwww. epfl.ch/~moshes/ga.html](http://lslwww.epfl.ch/~moshes/ga.html). Contiene una breve introduzione agli algoritmi genetici di Moshe Sipper con un link a un'animazione Java.
- [http:// www.bus.olemiss. edu/johnson/share/mis695/medsker.htm](http://www.bus.olemiss.edu/johnson/share/mis695/medsker.htm) . Descrizione delle applicazioni finanziarie delle reti neurali, con bibliografia.
- [http:// www. statsoftinc.com/italian/retineur.html](http://www.statsoftinc.com/italian/retineur.html) . Introduzione teorica alle reti neurali.
- [http:// www. logikos.it/teorema/reti.htm](http://www.logikos.it/teorema/reti.htm). Contiene le caratteristiche generali delle reti neurali.
- [http:// www. rhrk.uni-kl.de/WWW-aix/CLUSTER/ Dokumentation/ SNNSinfo/ UserManual/node9.html](http://www.rhrk.uni-kl.de/WWW-aix/CLUSTER/Dokumentation/SNNSinfo/UserManual/node9.html). Sito dedicato alla terminologia sulle reti neurali.
- [http:// www. ge.infn.it/web/masulli.html](http://www.ge.infn.it/web/masulli.html). Reti neurali ed esempi applicativi.

### 3.2.6 Modifica dell'ipermedia dal punto di vista dei contenuti e suo controllo finale

Per potere correggere e ampliare l'ipermedia, si è ancora suddiviso il lavoro in gruppi (questa volta sette) di due elementi ciascuno.

Gli argomenti sviluppati dai gruppi sono riportati nella tabella di figura 35.

Gruppo	Argomento sviluppato o mansione svolta
Gruppo 1 (2 persone)	Cenni biologici
Gruppo 2 (2 persone)	Modelli elettronici
Gruppo 3 (2 persone)	Il modello di Hopfield
Gruppo 4 (2 persone)	Alcuni esempi applicativi
Gruppo 5 (2 persone)	Il parere di alcuni esperti
Gruppo 6 (2 persone)	Bibliografia e Links Interessanti
Gruppo 7 (2 persone)	Gli autori

Figura 35. Argomenti sviluppati dai gruppi.

Completata questa fase l'ipermedia aveva assunto i contenuti definitivi. Ulteriori approfondimenti sono stati inseriti nelle pagine dedicate al "Parere di alcuni esperti". In questo caso sono stati intervistati dei professori italiani e svizzeri specialisti nel campo dell'informatica e delle reti neurali<sup>339</sup>. I filmati ottenuti, della durata media di circa tre minuti<sup>340</sup>, sono stati digitalizzati, elaborati e compressi utilizzando Adobe Premiere™.

Gli studenti hanno inoltre sentito l'esigenza di inserire:

- un *Glossario* che contiene la spiegazione dei termini tecnici incontrati nell'ipermedia;
- un *Test online* affinché ogni fruitore possa misurare le proprie conoscenze acquisite dopo la navigazione all'interno dell'ipermedia<sup>341</sup>.

Il test, del tipo vero / falso, è stato elaborato in Java-script ; la figura 36 ne illustra la videata .

<sup>339</sup> Sono i professori Sergio Albeverio (Università di Bonn), Luigi Dadda (Università della Svizzera italiana), Juergen Schmidhuber (Istituto dalle Molle), Marco Tomassini (Università di Losanna).

<sup>340</sup> Tempi superiori avrebbero reso i files di dimensioni troppo grandi (rendendo necessaria una compressione).

<sup>341</sup> Gli obiettivi che si misurano sono quelli della conoscenza e della comprensione (in accordo con la tassonomia di Bloom).

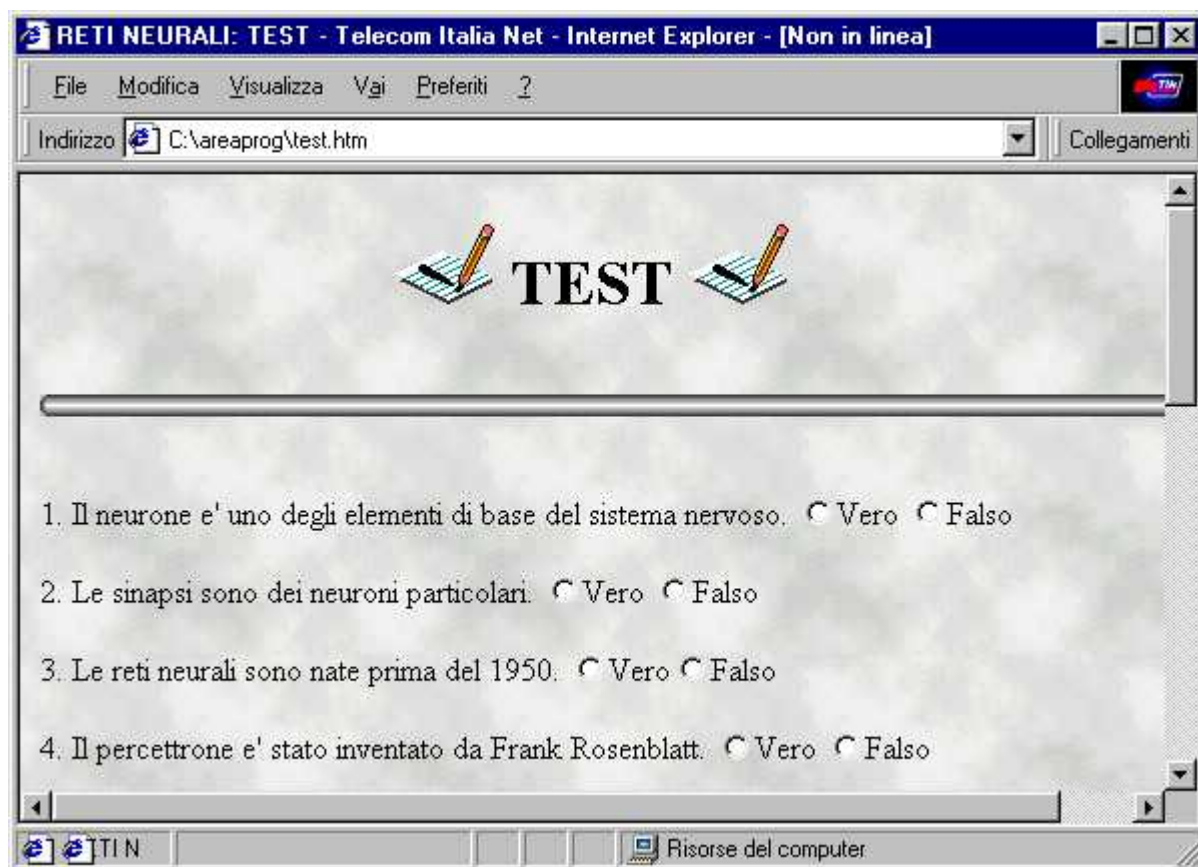


Figura 36. La videata del test online.

L'ipermedia è stato completato nella prima settimana del mese di maggio e, dopo la fase di controllo e di verifica si è passati alla realizzazione del prototipo su CD-ROM. Le dimensioni totali della versione finale dell'ipermedia sono di circa 300 Mb <sup>342</sup>.

### 3.2.7 Verifica dell'apprendimento conseguito

Il campione di studenti, nella terza settimana del mese di maggio 1999, ha potuto studiare i concetti di base inerenti le Reti Neurali, utilizzando il secondo prototipo di CD-ROM <sup>343</sup>. Le ore dedicate allo studio sono state quattro, a cui sono seguite due prove strutturate (test a scelta multipla):

- per misurare il grado di apprendimento conseguito;
- per misurare la qualità del progetto e il processo di interazione professore (tutor) - studente.

Rimane confermato anche per questo campione il disagio nello studiare su un ipermedia che non consente le stesse azioni possibili invece su un libro tradizionale <sup>344</sup>.

<sup>342</sup> L'ipermedia comprende anche 10 filmati e 95 pagine ipertestuali.

<sup>343</sup> In modo analogo al precedente campione, è si è privilegiato in questa fase lo studio individuale.

<sup>344</sup> Le evidenziazioni, le sottolineature, le note a margine e così via.

In questo caso tutti i soggetti hanno privilegiato l'uso della copia velina elettronica che si è ottenuta selezionando e copiando le parti testuali<sup>345</sup> del CD-ROM e poi incollandole a una pagina di Winword<sup>TM</sup>.

Gli obiettivi tassonomici da misurare sono quelli già stabiliti per il precedente e sono in accordo con la tassonomia di Bloom.

Gli obiettivi trasversali di conoscenza delle tecnologie informatiche sono stati invece controllati durante le lezioni di laboratorio<sup>346</sup>.

Il tempo con cui studiare con il CD-ROM è stato di circa 4 ore per studente (2 lezioni di laboratorio). Al termine di questa fase il campione è stato sottoposto a un test<sup>347</sup>.

I risultati sono stati raccolti nella tabella illustrata in figura 37 che è stata realizzata con Excel<sup>TM</sup> per Microsoft Office 97<sup>TM</sup>.

Domanda	Corrette	Sbagliate	I primi studi sulle reti neurali già si effettuarono nel?
1	11	3 (Domanda di conoscenza)	

Domanda	Corrette	Sbagliate	Gli studi sulle reti neurali furono interrotti. Perché?
2	9	5 (Domanda di conoscenza)	

Domanda	Corrette	Sbagliate	Il sistema nervoso provvede:
3	13	1 (Domanda di comprensione)	

Domanda	Corrette	Sbagliate	Il Nucleus Accumbens è:
4	9	5 (Domanda di comprensione)	

Domanda	Corrette	Sbagliate	Il neurone è:
5	13	1 (Domanda di conoscenza)	

Domanda	Corrette	Sbagliate	Schematizzare la struttura di un neurone
6	11	3 (Domanda di comprensione-applicazione)	

Domanda	Corrette	Sbagliate	Nel trasferimento dei dati dalla sinapsi al neurone:
7	11	3 (Domanda di conoscenza)	

Domanda	Corrette	Sbagliate	Schematizzare il modello di McCulloch Pitts
8	6	8 (Domanda di comprensione)	

Domanda	Corrette	Sbagliate	Frank Rosenblatt elaborò il proprio modello nel:
9	11	3 (Domanda di conoscenza)	

Domanda	Corrette	Sbagliate	Igor Alexander elaborò il proprio modello neurale nel:
10	8	6 (Domanda di conoscenza)	

Domanda	Corrette	Sbagliate	Una rete neurale cerca:
---------	----------	-----------	-------------------------

<sup>345</sup> Usando lo strumenti Copia e Incolla disponibili su tutti gli applicativi Windows<sup>TM</sup>.

<sup>346</sup> Come per il primo campione.

<sup>347</sup> Identico a quello proposto al primo campione.



	11	13	1 (Domanda di comprensione-applicazione)
Domanda	Corrette	Sbagliate	Il modello di Hopfield è nato per:
12	12	2	(Domanda di comprensione-applicazione)
Domanda	Corrette	Sbagliate	Uno dei limiti del modello di Hopfield è:
13	11	4	(Domanda di comprensione-applicazione)
Domanda	Corrette	Sbagliate	Elenca alcune applicazioni delle reti neurali
14	13	1	(Domanda di comprensione-applicazione)
Domanda	Corrette	Sbagliate	Disegna uno degli schemi che hai studiato di reti neurali recenti
15	6	8	(Domanda di comprensione-applicazione)

Figura 37. Tabella che raccoglie i risultati del test.

### 3.2.7.1 Commento ai risultati del test

Dalla precedente tabella di figura 37 si ricava che le risposte corrette ai quesiti posti nel test sono 157 (su un totale di 210), pari al 74,8%. Nella prossima tabella, illustrata in figura 38 sono invece raccolte le percentuali inerenti le risposte corrette a ogni domanda del test <sup>348</sup>.

Numero domanda	Percentuale risposte corrette
1	78,6
2	64,2
3	92,8
4	64,2
5	92,8
6	78,6
7	78,6
8	42,8
9	78,6
10	57,1
11	92,8
12	85,7
13	78,5
14	92,8
15	42,8

Figura. 38. Percentuale delle risposte esatte a ogni domanda del test.

Dalla tabella è stato ricavato il prossimo istogramma.

<sup>348</sup> Si tenga presente che gli istogrammi sono stati costruiti con le percentuali approssimate all'intero; mentre nella tabella di figura 38 appaiono le percentuali approssimate al primo decimale

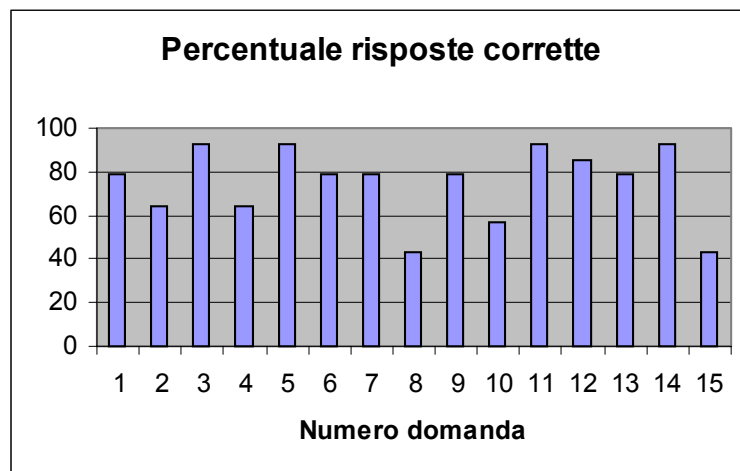


Figura 39. Istogramma relativo alla percentuale di risposte corrette ad ogni domanda del test.

Osservando l'istogramma di figura 39 si possono trarre le seguenti considerazioni:

- gli studenti hanno risposte a 10 domande (rispettivamente la 1, la 3, la 5, la 6, la 7, la 9, la 11, la 12, la 13 e la 14) con una percentuale superiore al 78% (hanno quindi raggiunto un ottimo target cognitivo che comprendeva gli obiettivi tassonomici di conoscenza e di comprensione);
- due domande (la 2 e la 4) hanno ottenuto una percentuale di risposte corrette intorno al 65% ;
- una domanda (la 10) ha avuto una percentuale superiore al 50% (questo è un livello di guardia, circa la metà degli studenti non ha appreso in modo corretto);
- 2 domande (la 8 e la 15) hanno avuto una bassa percentuale di risposte corrette (intorno al 40%).

Le possibili spiegazioni di quest'ultima considerazione <sup>349</sup> vanno ricercate ancora una volta sia nell'organizzazione dell'ipermedia sia nella complessità dei contenuti <sup>350</sup>.

L'ipermedia è stato riorganizzato da questo secondo campione <sup>351</sup>, ma alcune pagine contengono lo scrolling e non vi è la corrispondenza 1 a 1 tra pagina video e pagina ipertestuale consigliata spesso nella realizzazione di ipertesti didattici <sup>352</sup>.

### 3.2.7.2 Il test per valutare il progetto

Il secondo test (anche in questo caso anonimo <sup>353</sup>) è indispensabile per potere avere una valutazione del progetto da parte del campione di studenti.

Il test, somministrato nella prima settimana del mese di giugno, è identico a quello del primo campione. I risultati sono stati raccolti nella tabella illustrata in figura 40 (i numeri nella colonna delle frequenze indicano in realtà gli aggettivi inerenti all'opzione scelta).

<sup>349</sup> Che trova questi dati leggermente superiori, ma in accordo con il precedente campione (che in queste due domande aveva totalizzato una percentuale di risposte corrette rispettivamente del 13%, la 8 e del 33% la 15).

<sup>350</sup> Si deve infatti tenere conto della giovane età dei soggetti del campione (18 - 20 anni).

<sup>351</sup> Questi soggetti non hanno però snaturato l'organizzazione fornita dal primo campione.

<sup>352</sup> In genere si stabilisce infatti la relazione: 1 videata = 1 pagina (Toselli, 1998, p. 23)

<sup>353</sup> Come nel precedente campione.

DOMANDE	FREQUENZE <sup>354</sup>				
ASPETTI GENERALI					
Com'è stata la presentazione generale del progetto	0	0	7	7	0
Com'è stata l'indicazione delle specifiche del progetto	0	5	6	3	0
Le istruzioni fornite ai gruppi sono state chiare?	0	5	5	3	1
Le informazioni e il materiale distribuito erano adeguati?	0	1	7	6	0
Il lavoro ha comportato o stimolato la ricerca in Internet...	2	0	3	3	6
Qual è stato il tuo coinvolgimento nella produzione del ...	0	0	2	11	1
ASPETTI DEL LAVORO DI GRUPPO					
Gli obiettivi da conseguire erano noti fin dall'inizio?	0	3	1	5	5
La cooperazione si è realizzata all'interno del gruppo?	1	1	0	5	7
C'è stato nel gruppo un elemento più attivo, trascinatore?	0	0	4	6	4
C'è stata diversità di ritmi nel lavoro?	1	4	3	3	3
Sono stati differenziati i ruoli e i compiti nel gruppo	0	0	3	6	5
Come si è svolta la collaborazione?	5	3	3	2	1
Com'è risultato il lavoro svolto dal gruppo?	0	0	4	6	4
ASPETTI DEL COORDINAMENTO					
Il Tutor è riuscito a intervenire...	0	0	3	9	2
Il calendario e i tempi sono stati ben calcolati?	0	2	10	2	0
L'aiuto del Tutor è stato adeguato?	0	0	0	6	8
E nei contenuti?	0	0	0	12	2
E nei modi?	0	0	2	6	6
ASPETTI COGNITIVI E COMPORTAMENTALI					
Lo studio con questo CD-ROM è stato in parte difficile perché:	1	4	3	4	2
Reputi che questo metodo di produrre CD-ROM sia valido?	0	0	14	0	

Figura 40. Tabella che riassume i risultati del test di valutazione del progetto.

### 3.2.7.3 Commento ai risultati del test per la valutazione del progetto

Dall'osservazione della tabella di figura 40 e dagli istogrammi da essa scaturiti si possono fornire delle interessanti considerazioni su questo secondo campione. Per quanto concerne gli *Aspetti generali del progetto* alla voce:

- "Come è stata la presentazione generale del progetto?" il 50% ha risposto "sufficientemente chiara" e il 50% "chiara e interessante". Rispetto al precedente campione il giudizio è migliorato<sup>355</sup>

<sup>354</sup> Delle colonne relative alle risposte numerate con 1, 2, 3, 4 e 5.

<sup>355</sup> Nel caso precedente 4 studenti avevano espresso un parere negativo che ha portato il tutor a modificare la presentazione del progetto per questo secondo campione.

- "Come è stata l'indicazione delle specifiche del progetto?" il 36% ha risposto che è stata "solo in parte chiara", il 43% "sufficientemente chiara" e il 21% "chiara e interessante" (in questo caso le risposte sono positive e incoraggianti ma inferiori al campione precedente la cui percentuale di risposte positive è 87%).
- "Le istruzioni fornite ai gruppi sono state chiare?" il 36% dei soggetti ha risposto "solo sporadicamente", il 36% "sufficienti in generale", il 21% "quasi sempre", il 7% "sempre". Anche in questo caso le risposte positive sono incoraggianti e quasi simili al primo campione.
- "Le informazioni e il materiale distribuito erano adeguati?" il 7% dei soggetti ha risposto "solo in parte", il 50% "generalmente sì", il 43% "sì, nella quasi totalità". Rispetto al campione precedente mancano i giudizi sia molto positivi, sia molto negativi (rispettivamente il 27% e il 13%).
- "Il lavoro ha comportato o stimolato la ricerca in Internet di materiale da inserire nel progetto?" il 14% ha risposto "no"<sup>356</sup>, il 21% "sì, ma solo occasionalmente", il 21% "sì, in modo regolare", il 43% "Sì, in modo intenso". In questo caso, viste le risposte al quesito, è stato conseguito l'obiettivo di utilizzare Internet come uno degli strumenti primari per la ricerca delle informazioni<sup>357</sup>.
- "Qual è stato il tuo coinvolgimento nella produzione del modulo ipermediale?" il 14% ha risposto "sufficiente e motivato", il 79% "buono e trascinate", il 7% "notevole ed entusiasmante". Conseguito l'obiettivo di coinvolgimento anche degli studenti che in genere sono passivi nell'approccio didattico tradizionale<sup>358</sup>.

Per quanto concerne gli *Aspetti del lavoro per gruppi* alla voce:

- "Gli obiettivi da conseguire erano noti fin dall'inizio?" il 21% ha risposto "sì, solo in parte", il 7% "sì, in modo sufficiente", 36% "sì in maniera discreta", il 36% "sì, in modo chiaro". Gli obiettivi cognitivi da conseguire sono risultati chiari al 79% parte dei soggetti (nel precedente campione la percentuale era del 73%).
- "La cooperazione si è realizzata fra i membri del gruppo" il 7% ha risposto "No, in modo marginale", il 7% "raramente", il 36% "Sì, con discreta regolarità", l'50% "sì, con continuità e in modo intenso". Quindi risulta anche conseguito l'obiettivo di sviluppare un clima collaborativo all'interno della classe e dei gruppi (dall'86% del campione<sup>359</sup>).
- "C'è stata diversità di ritmi nel lavoro?" il 7% ha risposto "sì, alcuni compagni hanno frenato", il 29% ha risposto "qualche volta, su problemi particolari", il 21% "a seconda delle difficoltà, per membri variabili", il 21% "rari rallentamenti sono stati provocati da membri del gruppo", il 21% "il ritmo è stato costante e condiviso da tutti". Da qui scaturisce un sufficiente coordinamento tra i membri di **uno**

<sup>356</sup> Le due risposte negative sono state fornite da un gruppo che doveva integrare delle pagine ipertestuali, senza dovere usare Internet per la ricerca delle informazioni.

<sup>357</sup> Diverse erano state le risposte del campione precedente (il 67% dei soggetti aveva risposto in modo negativo) è ciò aveva portato ad affermare il non conseguimento dell'obiettivo cognitivo.

<sup>358</sup> Migliorata, rispetto al precedente campione, la percentuale delle risposte molto positive (rispettivamente l'86% in questo caso, il 66% nel primo campione).

<sup>359</sup> In un gruppo risulta quindi che i membri non sono riusciti a collaborare in modo sinergico. Ciò conduce a un lieve peggioramento rispetto al campione precedente (in quel caso la percentuale era del 100%).

stesso gruppo <sup>360</sup> (il precedente campione aveva però risposto in modo più positivo nell'80% dei casi).

- "Sono stati differenziati i ruoli e i compiti all'interno del gruppo?" il 21% ha risposto "sì, ma nel complesso si sono integrati in modo positivo", il 43% "sì, ma senza che alcuni abbiano lavorato meno di altri", il 36% "sì, ma con uno scambio sempre produttivo". Anche in questo caso si evidenzia una corretta suddivisione di compiti (come per il precedente campione).
- "Come si è svolta la collaborazione fra i gruppi?" il 36% ha risposto "in modo marginale", il 21% "a tratti ma non in modo continuativo", il 21% "con sufficiente regolarità", il 14% "con discreta regolarità", il 6% "con continuità e intensamente". La sinergia tra i diversi gruppi non è stata giudicata dagli studenti discreta (il 57% ha espresso un parere non positivo, mentre nel primo campione era solo il 39%).
- "Come è risultato il lavoro, svolto dal gruppo?" il 29% ha risposto "sufficiente", il 42% "soddisfacente" e il 29% "buono".

Per quanto concerne gli *Aspetti del coordinamento* alla voce:

- "Il tutor è riuscito a intervenire secondo le necessità e le richieste?" il 21% ha risposto "in modo sufficiente", il 64% "in modo pronto ed efficace", il 14% "in modo perfetto e assiduo". Nettamente migliorato il giudizio di questo campione rispetto al precedente, grazie al feedback che ha con sentito al tutor di mettere in discussione questo aspetto, correggendolo e modificandolo per il secondo campione.
- "Il calendario e i tempi sono stati ben calcolati?" il 14% "con molte lacune", 71% "con poche lacune", il 14% "in modo quasi sempre soddisfacente". Migliorato anche questo aspetto (solo il 14% dei giudizi negativi contro il 26% del primo campione).
- "L'aiuto del tutor è stato adeguato?" il 43% ha risposto "in modo quasi sempre soddisfacente" e il 53% "in modo soddisfacente".
- "E nei contenuti?" il 13% ha risposto "con molte lacune", il 60% "in modo quasi sempre soddisfacente" e il 27% "in modo soddisfacente".
- "E nei modi?" l'86% ha risposto "in modo quasi sempre soddisfacente" e il 14% "in modo soddisfacente". Nessun giudizio negativo (contro il 26% del primo campione).

Per quanto concerne gli *Aspetti cognitivi e comportamentali* alla voce:

- "Lo studio con questo CD-ROM è stato in parte difficile. Perché?", il 7% ha risposto "mancava la parte su carta", il 29% "mancava il tempo necessario per uno studio più approfondito", il 21% "l'interfaccia grafica non è buona", il 29% "non sono abituato a studiare con un CD-ROM" e il 14% ha inserito un proprio commento.
- "Reputi che studiare producendo un CD-ROM sia valido?" il 100% del campione ha risposto: "sì, in quanto mi permette di imparare mentre produco il CD-ROM".

---

<sup>360</sup> Anche in questo caso si evidenzia però che un gruppo non ha lavorato in modo corretto.

Dopo il secondo anno di sperimentazione in questo ambiente "Learning by Doing and Creating" si possono trarre diverse considerazioni sia di tipo cognitivo sia di tipo didattico anche comparando i risultati forniti dai due diversi campioni.

Per gli *Aspetti generali del progetto* si ricava dall'analisi della scheda di valutazione del progetto che :

- Il tutor è riuscito a correggere la seconda presentazione del progetto (grazie al monitoraggio avvenuto con il precedente campione).
- E' stato conseguito l'obiettivo di utilizzare Internet come uno degli strumenti primari per la ricerca delle informazioni <sup>361</sup>.

Per gli *Aspetti del lavoro per gruppi* si deduce che:

- Gli obiettivi cognitivi da conseguire sono risultati chiari alla maggior parte degli studenti <sup>362</sup>.
- E' stato conseguito l'obiettivo (educativo e comportamentale) di sviluppare un clima collaborativo all'interno della classe e dei gruppi.
- Nessuno studente ha prevalso nel gruppo di lavoro e quindi si è consolidato il lavoro di squadra.
- Il coordinamento tra i membri di uno stesso gruppo e la suddivisione dei compiti sono stati giudicati dagli studenti in modo positivo..
- La sinergia tra i diversi gruppi è stata discreta, come pure il giudizio sul lavoro svolto da ogni singolo gruppo.

Per gli *Aspetti cognitivi e comportamentali* si segnala che:

- Il 100% degli elementi del campione ha sottolineato che l'approccio "Learning by Doing and Creating" piace in quanto *"permette di imparare mentre si produce il CD-ROM"*.

Questa valutazione, **identica per entrambi i campioni**, evidenzia che questo approccio costruttivista con l'uso delle nuove tecnologie ha avuto un'ottima risposta da parte dei soggetti (anche quelli che in genere sono passivi durante la didattica tradizionale).

La figura 41 illustra un'analisi comparativa sulle percentuali di risposta nei due diversi anni della sperimentazione.

---

<sup>361</sup> Questa discrepanza con il primo campione può essere spiegata col fatto che la diffusione e l'uso di Internet cresce di mese in mese.

<sup>362</sup> Questo rende partecipe lo studente al proprio processo di apprendimento.

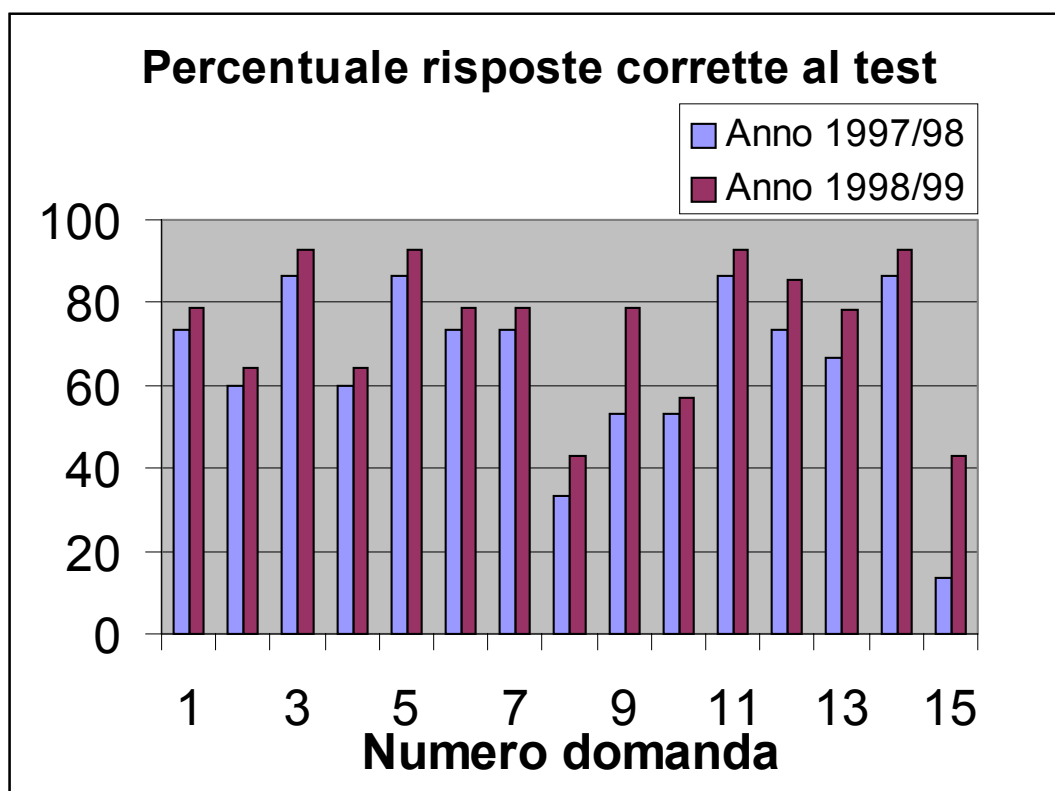


Figura 41. Analisi comparativa tra i due campioni dell'apprendimento.

Osservando la precedente figura si nota che la percentuale di risposte corrette alle domande del test di misura dell'apprendimento, è superiore nel secondo campione.

In quanto:

- È migliorato il contributo che il tutor ha fornito ai soggetti del campione.
- Il secondo campione ha avuto due mesi in più da dedicare a questo progetto.

Per potere valutare la bontà dell'approccio didattico sperimentato nei due precedenti anni scolastici, è stato necessario considerare un terzo campione con il quale affrontare l'argomento Reti Neurali, utilizzando sia la metodologia didattica tradizionale (che si basa sulla lezione frontale) sia gli strumenti didattici usuali (ossia la lavagna di ardesia e quella luminosa). I risultati dei test statistici sono stati in seguito comparati con i precedenti campioni.

### 3.3 Fase 3: lo scenario iniziale

La classe campione che ha partecipato alla Fase 3 del progetto è la IV sezione A della specializzazione in Informatica dell'Istituto Tecnico Industriale Statale "Lorenzo Cobiانchi" di Verbania Intra. La materia coinvolta è ancora Sistemi per il Trattamento delle Informazioni (6 ore alla settimana: 3 ore di teoria e 3 di laboratorio).

Questa classe è composta da 15 studenti (13 maschi e 2 femmine) di età compresa tra i 17 e 19 anni. Essa possiede i seguenti prerequisiti di partenza<sup>363</sup>:

- nessuna conoscenza sulle reti neurali e i loro campi applicativi<sup>364</sup>;

<sup>363</sup> Rispetto ai prerequisiti stabiliti nella Fase 1 e nella Fase 2 del progetto in questo caso non sono necessarie delle specifiche conoscenze degli strumenti informatici (ad esempio saper progettare un ipertesto).

- conoscenza dei concetti di elettronica e di informatica di base (ad esempio sapere: l'architettura di un personal computer, l'amplificatore operazionale in alcune delle sue configurazioni fondamentali).

La Fase 3 del progetto è stata suddivisa nelle sotto fasi illustrate nella prossima figura.

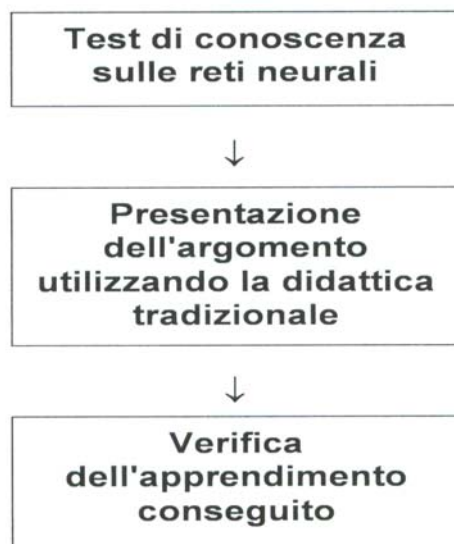


Figura 42. Le tre sotto fasi della Fase 3

### 3.3.1 Test di conoscenza sulle reti neurali

Prima di iniziare la trattazione delle reti neurali, anche questo campione di studenti è stato sottoposto, nel mese di ottobre 1999, allo stesso test di ingresso dei due precedenti campioni. I risultati sono raccolti nella tabella di figura 43

Numero della domanda	Numero risposte corrette	Numero risposte sbagliate
1) Il neurone è:	11	4
2) Sai schematizzare la struttura di un neurone?	5	10
3) Il sistema nervoso provvede:	7	8
4) Sai cos'è una rete neurale?	1	14
5) Conosci qualche schema di rete neurale?	1	14
6) I primi studi sulle reti neurali già si effettuarono nel:	2	13
7) le reti neurali cercano:	0	15
8) Sai elencare alcune applicazioni delle reti neurali?	0	15

Figura 43. Tabella scaturita dalla correzione del test di entrata.

<sup>364</sup> Questo prerequisito è stato verificato anche in questo caso con un test di conoscenza (i cui risultati verranno descritti nel prossimo paragrafo).



La tabella di figura 43 è stata anch'essa elaborata statisticamente usando il foglio elettronico integrato Microsoft Excel™. Dall'analisi della precedente tabella e dall'osservazione degli istogrammi da essa scaturiti si deduce che:

- le risposte corrette sono 27 (su un totale di 120), pari al 22,5%;
- le massime frequenze di risposte esatte si hanno, anche con questo campione, nella prime tre domande (che coinvolgono alcune conoscenze di biologia acquisite gli anni precedenti), rispettivamente con 11 risposte corrette (la 1, pari al 73,3% ), 5 risposte corrette la domanda 2 (pari al 33,3%) e 7 risposte esatte la 3 (pari al 46,6%);
- la frequenza delle risposte esatte nelle altre domande è nulla o bassissima.

Si può concludere che anche gli studenti scelti nell'anno scolastico 1999/2000 non conoscono l'argomento "Reti Neurali" e rappresentano quindi un campione attendibile sul quale potere misurare le conoscenze acquisite sulle reti neurali dopo la fase di spiegazione con il metodo tutoriale.

### 3.3.2 Presentazione dell'argomento utilizzando la didattica tradizionale metodologia didattica

La prima lezione introduttiva (di 2 ore) sulle reti neurali si è tenuta il giorno 9 ottobre 1999 durante una lezione tutoriale.

La tabella di figura 44 illustra il calendario delle attività di spiegazione dedicate alle reti neurali per l'anno scolastico 1999/2000 <sup>365</sup>.

Periodo	Argomento trattato
9 Ottobre 1999 (2 ore)	Introduzione alla teoria delle reti neurali.
13 Ottobre 1999 (un'ora)	Il sistema nervoso (neuroni, sinapsi)
16 Ottobre 1999 (2 ore)	I primi modelli di neurone
20 Ottobre 1999 (2 ore)	I primi modelli di reti neurali
23 Ottobre 1999 (2 ore)	Il modello di Hopfield
3 Novembre 1999 (2 ore)	I limiti del modello di Hopfield
6 Novembre 1999 (2 ore)	Le applicazioni delle reti neurali
10 Novembre 1999 (un'ora)	Ripasso e consolidamento delle nozioni acquisite
13 Novembre 1999 (2 ore)	Verifica sull'apprendimento conseguito

Figura 44. Calendario delle attività di spiegazione della Fase 3 del progetto "Learning by Doing and Creating".

Le ore totali dedicate alla spiegazione sono state quattordici, senza alcuna integrazione con le attività di laboratorio.

### 3.3.3 Il test per misurare l'apprendimento conseguito

Gli obiettivi tassonomici da misurare sono stati stabiliti all'inizio della Fase 3 e sono in accordo con la tassonomia utilizzata. In questo caso mancano però gli obiettivi trasversali di conoscenza delle tecnologie informatiche che sono stati invece controllati negli altri due precedenti campioni <sup>366</sup>. Il test che è stato somministrato è

<sup>365</sup> Rispetto ai precedenti campioni, in questo caso non verranno coinvolte le attività di laboratorio.

<sup>366</sup> In questo caso si tratta solo di spiegazione tutoriale.

identico a quello dei due campioni che l'hanno preceduto. I risultati sono stati raccolti nella tabella illustrata in figura 45.

Domanda	Corrette	Sbagliate	I primi studi sulle reti neurali già si effettuarono nel?
1	14	1 (Domanda di conoscenza)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Gli studi sulle reti neurali furono interrotti. Perché?
2	13	2 (Domanda di conoscenza)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Il sistema nervoso provvede:
3	11	4 (Domanda di comprensione)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Il Nucleus Accumbens è:
4	9	6 (Domanda di comprensione)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Il neurone è:
5	11	4 (Domanda di conoscenza)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Schematizzare la struttura di un neurone
6	15	0 (Domanda di comprensione-applicazione)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Nel trasferimento dei dati dalla sinapsi al neurone:
7	6	9 (Domanda di conoscenza)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Schematizzare il modello di McCulloch Pitts
8	13	2 (Domanda di comprensione)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Frank Rosenblatt elaborò il proprio modello nel:
9	13	2 (Domanda di conoscenza)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Igor Alexander elaborò il proprio modello neurale nel:
10	15	0 (Domanda di conoscenza)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Una rete neurale cerca:
11	9	6 (Domanda di comprensione-applicazione)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Il modello di Hopfield è nato per:
12	6	9 (Domanda di comprensione-applicazione)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Uno dei limiti del modello di Hopfield è:
13	14	1 (Domanda di comprensione-applicazione)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Elenca alcune applicazioni delle reti neurali
14	7	8 (Domanda di comprensione-applicazione)	
Domanda	Corrette	Sbagliate	Disegna uno degli schemi che hai studiato di reti neurali recenti
15	12	3 (Domanda di comprensione-applicazione)	

Figura 45. Tabella che raccoglie i risultati del test.

### 3.3.3.1 Commento ai risultati del test

Dalla precedente tabella si ricava che le risposte corrette ai quesiti posti nel test sono 168 (su un totale di 225), pari al 74,6%. Nella prossima tabella sono invece raccolte le percentuali inerenti le risposte corrette a ogni domanda del test <sup>367</sup>.

Numero domanda	Percentuale risposte corrette
1	93,3
2	86,6
3	73,3
4	60
5	73,3
6	100
7	40
8	86,6
9	86,6
10	100
11	60
12	40
13	93,3
14	46,6
15	80,0

Figura 46. Percentuale delle risposte esatte a ogni domanda del test.

Dalla tabella è stato ricavato il seguente istogramma:

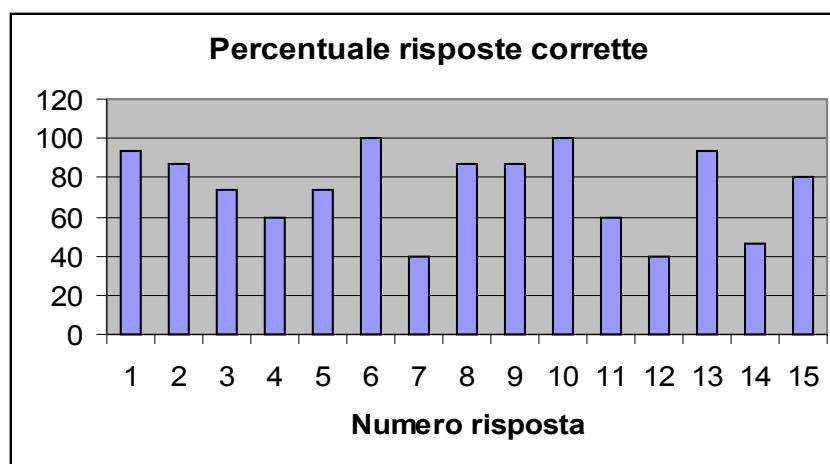


Figura 47. Istogramma relativo alla percentuale di risposte corrette ad ogni domanda del test.

Osservando il precedente istogramma si possono trarre le seguenti considerazioni:

- gli studenti hanno risposte a 8 domande (rispettivamente la 1, la 2, la 6, la 8, la 9, la 10, la 13 e la 15) con una percentuale superiore al 78% (hanno quindi raggiunto un ottimo target cognitivo che comprendeva gli obiettivi tassonomici di conoscenza e di comprensione);

<sup>367</sup> Si tenga presente che gli istogrammi sono stati costruiti con le percentuali approssimate all'intero; mentre nella tabella di figura 47 appaiono le percentuali approssimate al primo decimale

- due domande (la 3 e la 5) hanno ottenuto una percentuale di risposte corrette
- due domande (la 4 e la 12) hanno ottenuto una percentuale di risposte corrette intorno al 60% ;
- una domanda (la 14) ha avuto una percentuale del 47% (questo è un livello di guardia, meno della metà degli studenti non ha appreso in modo corretto);
- 2 domande (la 7 e la 12) hanno avuto una bassa percentuale di risposte corrette (intorno al 40%).

Le possibili spiegazioni di quest'ultima considerazione stanno nel fatto che gli argomenti coinvolti in queste domande risultano difficili da apprendere anche se spiegati dall'insegnante che utilizza il metodo tutoriale<sup>368</sup>.

### 3.4 Fase 4: Elaborazione dei dati raccolti

I dati raccolti inerenti i tre campioni sono stati elaborati statisticamente. Per quanto concerne l'apprendimento conseguito, sono stati confrontati in tutti e tre i campioni il test di ingresso (che poneva domande sui neuroni e le reti neurali) con le corrispondenti domande del test finale. I risultati sono raccolti nelle prossime figure.

#### Primo campione

Numero domanda		Percentuale	
		Prima	Dopo
1		73%	87%
2		40%	73%
3		53%	87%
4		20%	87%
5		0%	13%
6		20%	73%
7		7%	73%
8		7%	87%

Figura 48. Tabella che compara i risultati delle domande analoghe dei test d'ingresso e finale.

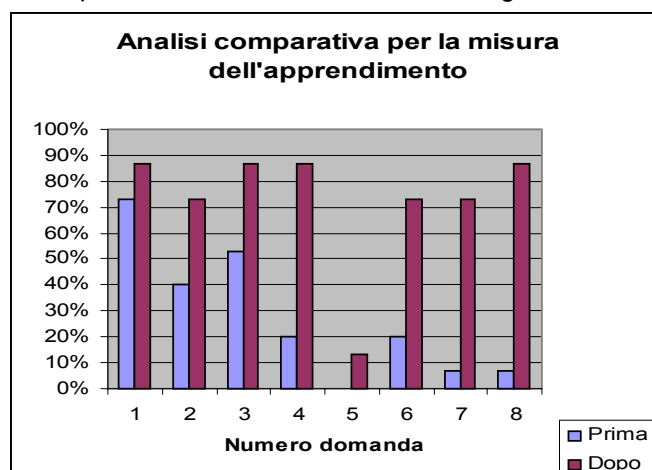


Figura 49. Istogramma comparativo dell'apprendimento prima e dopo la creazione del CD-ROM.

<sup>368</sup> Si deve tenere conto che questi argomenti vengono affrontati all'università (ndr.).

Osservando l'istogramma di figura 49 si deduce che il campione ha raggiunto un discreto livello di conoscenza sulle reti neurali seguendo questo approccio costruttivista con l'uso delle nuove tecnologie<sup>369</sup>.

## Secondo campione

Numero domanda	Percentuale	
	Prima	Dopo
1	79%	93%
2	36%	79%
3	50%	93%
4	14%	93%
5	0%	43%
6	14%	79%
7	0%	93%
8	0%	93%

Figura 50. Tabella che compara i risultati delle domande analoghe dei test d'ingresso e finale

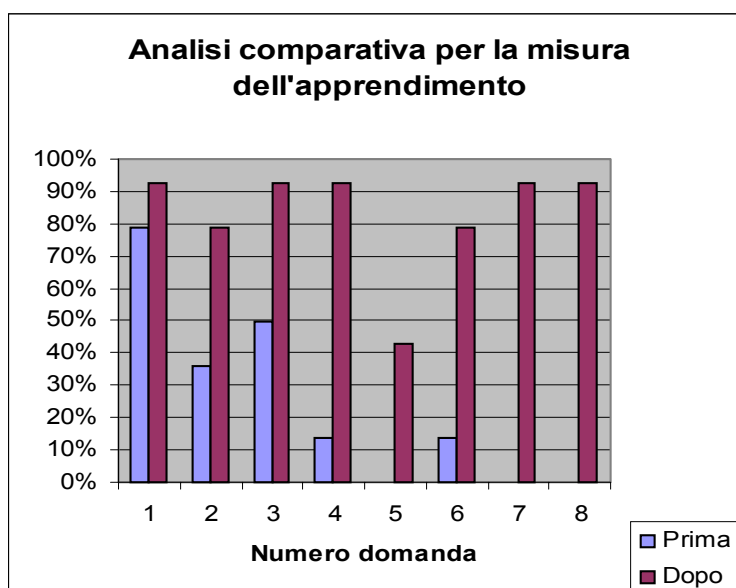


Figura 51. Analisi comparativa dei test d'ingresso e d'uscita

Osservando l'istogramma di figura 51 si deduce che questo anche secondo campione ha raggiunto un discreto livello di conoscenza sulle reti neurali utilizzando questo ambiente "Learning by Doing and Creating"<sup>370</sup>.

<sup>369</sup> Si tenga conto che il campione non conosceva l'argomento.

<sup>370</sup> Si tenga conto che anche questo secondo campione non conosceva l'argomento.

### Terzo campione

Numero domanda		Percentuale	
		Prima	Dopo
1		73%	93%
2		33%	100%
3		46%	73%
4		6%	73%
5		6%	86%
6		13%	93%
7		0%	60%
8		0%	46%

Figura 52. Tabella che compara i risultati delle domande analoghe dei test d'ingresso e finale.

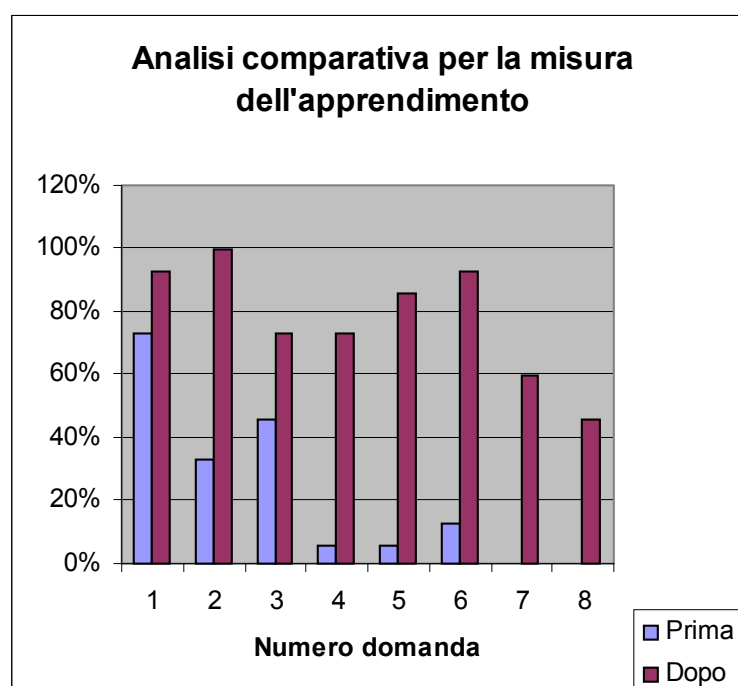


Figura 53. Analisi comparativa dei test d'ingresso e d'uscita

Osservando il precedente istogramma si deduce che anche questo terzo campione, pur utilizzando il metodo tutoriale, ha raggiunto un discreto livello di conoscenza sulle reti neurali.

La prossima figura illustra un'analisi comparativa sulle percentuali di risposta corrette dei tre diversi campioni.

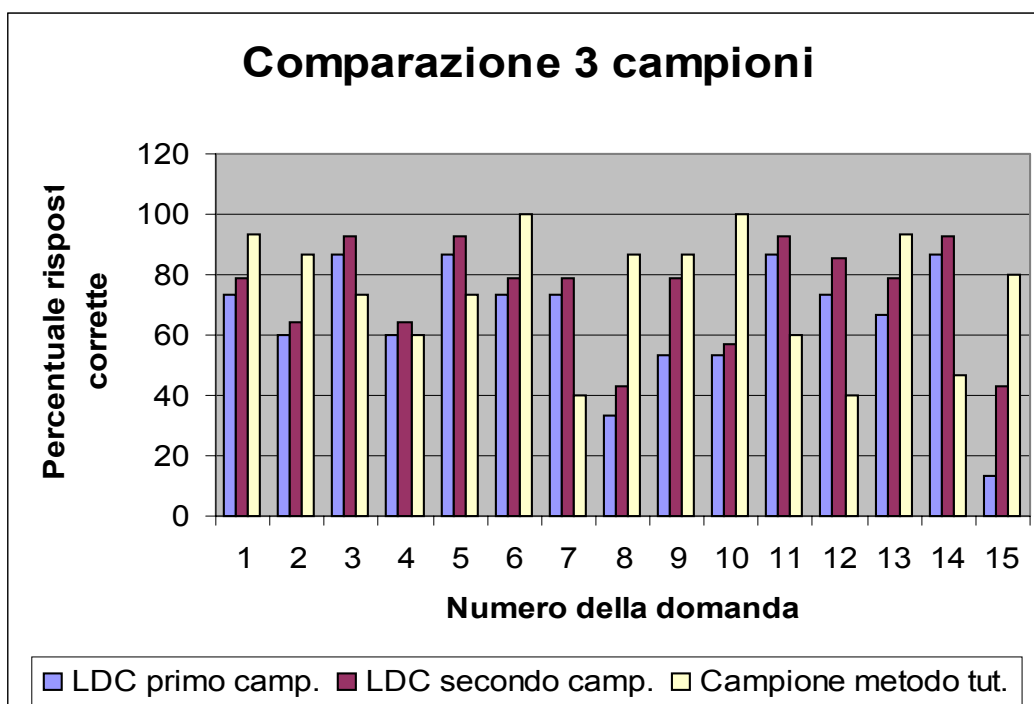


Figura 54. Analisi comparativa sulle percentuali di risposte corrette dei 3 diversi campioni.

Osservando la precedente figura 54 si nota che la percentuale di risposte corrette alle domande del test che misura dell'apprendimento, è superiore nel secondo campione e nel terzo campione (che quasi si equiparano) rispetto al primo.

### 3.5 Discussione dei risultati ottenuti

E' interessante discutere i risultati ottenuti nelle schede di valutazione del progetto<sup>371</sup>.

Per gli *Aspetti generali del progetto* si ricava dall'analisi della scheda di valutazione del progetto che :

- La presentazione generale del progetto doveva essere corretta per il secondo campione (è risultata infatti non sufficientemente chiara e incisiva)<sup>372</sup>,
- Si è riusciti a coinvolgere in entrambi i campioni anche degli studenti che in genere sono passivi nell'approccio didattico tradizionale.

Per gli *Aspetti del lavoro per gruppi* si deduce che:

- Gli obiettivi cognitivi da conseguire sono risultati chiari alla maggior parte degli studenti.
- E' stato conseguito l'obiettivo (educativo e comportamentale) di sviluppare un clima cooperativo all'interno della classe e dei gruppi di lavoro.

<sup>371</sup> Questi risultati ci permetteranno di valutare anche l'impatto emotivo che la sperimentazione ha avuto sugli studenti.

<sup>372</sup> Ciò è un utile "feedback" per il tutor e per l'intero ambiente di apprendimento.

- Nessuno studente ha prevalso nel gruppo di lavoro e quindi si è consolidato il lavoro di squadra.
- Il coordinamento tra i membri di uno stesso gruppo e la suddivisione dei compiti sono stati giudicati dagli studenti in modo positivo..
- La sinergia tra i diversi gruppi è stata discreta, come pure il giudizio sul lavoro svolto da ogni singolo gruppo.

Per gli *Aspetti del coordinamento* osservando i risultati del test si può dedurre che:

- il tutor deve migliorare la qualità del proprio intervento con il secondo campione<sup>373</sup>.
- la sollecitazione a completare in tempo il lavoro (che è stata giudicata in modo negativo dagli studenti) ha invece uno scopo educativo ben preciso: quello di abituare i futuri tecnici a rispettare i tempi di consegna di un lavoro<sup>374</sup>.

Per gli *Aspetti cognitivi e comportamentali* si ha che:

- Gli studenti hanno segnalato la difficoltà presente per la mancanza di un supporto cartaceo in appoggio al CD-ROM durante lo studio<sup>375</sup>.
- La totalità degli elementi del campione ha sottolineato che l'approccio "Learning by Doing and Creating" piace in quanto *"permette di imparare mentre si produce il CD-ROM"*.

### 3.6 Alcune considerazioni sul progetto "Learning by Doing and Creating"

L'esperienza qui descritta mi porta ad affermare che le applicazioni ipermediali possono essere utilizzate con successo per le attività di studio nella scuola superiore<sup>376, 377</sup>.

I risultati dei test, delle misurazioni e delle osservazioni compiute sui miei campioni mi hanno portato a concludere che ***"E' possibile utilizzare l'autoring multimediale nella scuola in modo che lo studente abbia un ruolo attivo nel proprio processo di apprendimento"***.

L'ambiente "Learning by Doing and Creating" presenta sia notevoli pregi in campo didattico e cognitivo, sia diversi difetti che ne possono limitare l'uso.

Tra i maggiori pregi ricordiamo:

- Il ruolo attivo dello studente, che lo rende partecipe alla costruzione della propria conoscenza.
- Il clima cooperativo, che favorisce la costituzione di un gruppo classe propositivo.

<sup>373</sup> Se questo test fosse stato somministrato a esempio a metà del progetto, allora si sarebbe potuto intervenire anche sul primo campione (ndr.).

<sup>374</sup> Qualità che sarà utile e apprezzata nel futuro ambiente lavorativo.

<sup>375</sup> Questo problema è stato in parte risolto successivamente con l'invenzione della "copia velina elettronica" (o "appunto elettronico", come già ribadito in questo capitolo).

<sup>376</sup> Ciò non esclude anche l'università dove l'autonomia degli studenti è maggiore (ndr.).

<sup>377</sup> L'idea di una didattica centrata sullo studente come autore di artefatti, con forte attenzione al lavoro manuale, all'operatività, alla progettualità, al lavoro di gruppo non è certo nuova in pedagogia. Tutta l'impostazione della scuola attiva di Dewey, per esempio, ruota intorno all'ipotesi di un apprendimento integrato con il "fare"; lo stesso dicasi, sempre per esempio, del progetto di scuola come "sistema di laboratori" sviluppata e sperimentata da De Bartolomeis negli anni '70.

La data e la ricchezza di queste proposte dimostrano che non c'è bisogno del computer per dare concretezza e valore all'idea dello studente-produttore (ndr.).



- La creatività che si sviluppa nella scelta dell'interfaccia grafica dell'ipermedia, nell'elaborazione delle immagini e dei filmati.
- L'approccio didattico all'uso degli strumenti sia software sia hardware che avvicina questo metodo all'apprendimento implicito.
- Permette di rendere più semplice l'interdisciplinarietà tra le varie materie curriculari <sup>378</sup>.

L'aspetto operativo che ritengo importante è che questo approccio permette di sviluppare negli studenti una "forma mentis" che li aiuterà ad inserirsi costruttivamente in un modello di società in continua evoluzione, dove non è più sufficiente l'aggiornamento delle proprie competenze, ma è sempre più spesso richiesto acquisirne di nuove, di riqualificarsi in nuovi mestieri.

Questo approccio presenta però dei difetti che possono limitarne l'uso e la diffusione in campo educativo:

- Possiede infatti un'applicabilità soprattutto nelle scuole tecniche <sup>379</sup>.
- Il tempo per lo sviluppo di un progetto ipermediale è elevato <sup>380</sup>.
- I docenti che affrontano progetti di questo tipo devono avere buone conoscenze di informatica <sup>381</sup>.
- Lo studio con un ipermedia utilizzando solo il monitor del computer rende questo metodo diverso dallo studio tradizionale <sup>382</sup>.
- Lo studio con un ipermedia introduce i problemi del sovraccarico cognitivo e del disorientamento all'interno dell'organizzazione delle informazioni (Conklin, 1987; Mayes, Kibby & Anderson, 1990).

Il mio "Learning by Doing and Creating" è un approccio nel quale si ridisegnano le tecnologie educative in termini di ambiente per l'apprendimento cooperativo. In questo ambiente, che permette di affrontare problemi complessi che richiedono la compresenza di molte abilità specifiche, si impara facendo e discutendo.

---

<sup>378</sup> Non è il caso di questa esperienza didattica, ma l'apprendimento per progetti permette di far collaborare docenti di discipline diverse (ad esempio: lettere, inglese, matematica, informatica, etc.) allo scopo di realizzare un progetto educativo comune.

<sup>379</sup> In quanto gli studenti di questi istituti hanno delle discrete conoscenze informatiche di base che permettono di affrontare un progetto ipermediale.

<sup>380</sup> I detrattori di questo approccio potrebbero affermare che spiegando un argomento con il metodo tutoriale si impiega meno tempo. E' doveroso però notare che sia l'apprendimento (specifico e trasversale), sia il conseguimento degli obiettivi comportamentali sono ben diversi (come è stato dimostrato nel precedente capitolo, ndr.).

<sup>381</sup> Questo avvantaggia gli insegnanti delle materie tecniche (soprattutto quelle dell'area informatica) a scapito dei docenti delle materie umanistiche (che invece dovrebbero in molti casi dapprima imparare ad usare gli ipertesti, ndr.).

<sup>382</sup> Basato sul libro di testo.

## 4. Conclusioni

Esistono opinioni diverse, a volte contrastanti, sui benefici che l'uso della multimedialità può portare in campo educativo. Clark e Craig (1992) affermano infatti che la multimedialità non è un fattore che può influenzare l'apprendimento<sup>383</sup> (Hasebrook, 1999).

In contrapposizione ai risultati della ricerca di Clark e Craig esistono altri lavori che mostrano in che modo la multimedialità può potenzialmente facilitare il processo di apprendimento. La Software Publishers Association (1995), che ha analizzato gli effetti dell'applicazione delle tecnologie in campo educativo in 133 scuole nel periodo 1990 - 1994, è giunta alla conclusione che le nuove tecnologie aumentano l'interazione tra gli studenti e i professori.

Analogamente Boettcher (1993) elenca nel suo libro 101 esempi di applicazione con successo della multimedialità in scuole medie superiori. Egli nota che la multimedialità può aiutare le persone nella comunicazione e nella loro motivazioni, ciò non necessariamente porta a un apprendimento migliore, ma permette di migliorare la qualità della vita all'interno delle scuole e delle università.

Rettener (1991) verifica se l'uso degli ipertesti porta ad una migliore comprensione<sup>384</sup>.

Jonassen e Grabinger (1990) e McAleese (1991) giungono anch'essi alla conclusione che gli ipertesti facilitano l'apprendimento umano. Altri ricercatori, come Lee e Lehman (1993) o Spiro e Jehng (1990), hanno enfatizzato il ruolo attivo di coloro che apprendono all'interno di un ambiente di apprendimento basato sugli ipertesti.

Chou e Lin (1998)<sup>385</sup> affermano che: *"Hypertext facilitates this process by providing its interrelated ideas for learners to integrate and reorganize information, and allowing collaborative authoring to adapt learners' knowledge structures and learning style"*.

Secondo Roberto Maragliano (1998): *"Qui, a mio avviso, ha inizio l'avventura epistemologica della multimedialità, e con essa la possibilità di contattare una forma di conoscenza ibrida, diversa da quelle fin qui esperite, e destinata ad avere ripercussioni significative su queste stesse forme"* (Maragliano, 1998, p. 28).

Mendes ha invece cercato di valutare diversi sistemi di apprendimento ipermediale sviluppati negli ultimi cinque anni<sup>386</sup>, mostrando che nessuno di questi è riuscito a

---

<sup>383</sup> "... They draw the following conclusion (Hasebrook, 1999):

- 1) multiple media are not the factors that influence learning,
- 2) the measured learning rate gains are most likely due to instructional methods,
- 3) the aspects of picture superiority and dual coding of texts and images have not been supported."

<sup>384</sup> Retterer confronta tre condizioni diverse:

- 1) un gruppo che legge un testo scritto;
- 2) un gruppo che legge lo stesso testo su uno schermo di computer;
- 3) un gruppo che studia un ipertesto che contiene links tra le parti di testo.

Egli giunge alla conclusione che l'apprendimento con gli ipertesti fornisce migliori risultati.

<sup>385</sup> Chou C., Lin H., The Effect of navigation Map Types and Cognitive Styles on Learner's Performances in a Computer-Networked Hypertext Learning System, p. 152

<sup>386</sup> Ad esempio i modelli: **HDM** (Garzotto et al., 1995), **HDM2** (Garzotto et al., 1996), **OOHDM** (Schwabe & Rossi, 1995), **EORM** (Lange, 1996).

pienamente a soddisfare le ipotesi che consentono di classificarli come corrette ricerche scientifiche (Mendes, 2000).

Il progetto "Learning by Doing and Creating" può essere inteso come un approccio costruttivista, nel quale l'apprendimento è un processo attivo con cui il soggetto costruisce un'interpretazione personale dell'esperienza. Questo tipo di apprendimento, che utilizza la multimedialità, facilita il "transfer" in accordo con altre ricerche (Cesareni, 1995; Calvani, 1996; Cangia, 2001).

L'*authoring multimediale* diviene quindi una palestra di negoziazione, di condivisione dei significati, di apprendimento cognitivo; dove l'insegnante e gli studenti hanno dei ruoli flessibili che vengono ridisegnati in relazione alle esigenze via, via emergenti. Questo tipo di apprendimento, nel quale lo sviluppo di un progetto ha portato al conseguimento di obiettivi cognitivi e comportamentali, viene espresso nei termini dei desideri e degli obiettivi di chi apprende piuttosto che dal design di chi insegna. All'interno della discussione dei risultati ottenuti in alcuni casi sono state fornite considerazioni di tipo empirico. Esse sono scaturite dalla mia esperienza didattica e hanno tenuto conto delle considerazioni di Isakowitz e Turing (1995)<sup>387</sup>.

### **Pubblicazioni di Nicoletta Sala scaturite da questa esperienza**

Multimedialità ed insegnamento (1996). *Atti del convegno nazionale Mathesis: Cento anni di matematica*, Fratelli Palombi Editore, Roma, p. 337.

Multimedialità, didattica e dintorni (1997). *IS- Informatica e scuola*, anno VI, n° 4, Hugony Editore, Milano, pp. 42-44.

Ipermedialità e didattica (1998). *Didattica delle scienze e informatica*, n° 198, casa Editrice la Scuola, Brescia, pp. 37- 41.

Alcune considerazioni sull'uso della multimedialità nella didattica (1998). *Atti del XXVII Seminario Nazionale 1998 del Gruppo di Ricerca Morin*, Vol. 26 A- B n. 6, pp. 626 – 649.

Dalla struttura del cervello alle reti neurali (1999). *Algoritmi matematici e processi biologici*, Edizioni ISSI Locarno, Anno 8, Volume 5, pp. 11 – 41.

Multimedia Technologies in University Courses: Some Examples (1999). *IEEE ICMCS 99 Proceedings*, pp. 979 – 981.

*Multimedia Technologies and Constructivist Model* (1999). Preprint Cerfim 44/99, Locarno, Switzerland.

Scenari presenti e futuri della didattica in rete (1999). *IS-Informatica e Scuola*, anno 7, n. 1, Hugony Editore, Milano, pp. 14 – 17.

---

<sup>387</sup> "Most of the research to date in hypermedia authoring uses an analytical advocacy model of research without further empirical justification, transforming the process of authoring into art, rather than into science" (Isakowitz et al., 1995).

Surfing in the Web: an Experience of the Use of Internet in Educational Process (1999). *Proceedings Book World Conference on WWW and Internet - WEBNET 99*, Honolulu, 24 - 30 October 1999, Edited by Paul de Bra & John Leggett Printed in the USA, pp. 1411 – 1412.

Multimedia Technologies in Educational Process: Some Examples (1999). Karmouch A. (a cura di) *Multimedia Modeling MMM 99*, World Scientific (eds.), pp. 489 – 506.

Usi della multimedialità in campo cognitivo (1999). *Informatica e Scuola*, Hugony Editore, Anno VIII, numero 4, pp. 26 – 29.

Multimedia Technologies in Educational and Cognitive Processes (2000). *Proceeding Book of JCIS 2000* (Joint Conference on Information System), Atlantic City, pp. 632 – 635.

Collaborative Hybrid CD-ROM / Internet in a "Learning by Doing and Creating" environment (2000). *Proceedings World Conference Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications ED-MEDIA 2000*, AACE Eds.

Ipertesti e didattica (2000). *Didattica delle scienze e informatica*, n° 206, 2000, Casa Editrice la Scuola, Brescia, pp. 50 – 55.

L'informatica: scenari presenti e futuri (2000). *Didattica delle scienze e informatica*, n° 208, 2000, Casa Editrice la Scuola, Brescia, pp. 45- 54

Constructivist Approach In The Learning Using Hypermedia Solution (2000). Hashimoto S. (a cura di) *Multimedia Modelling MMM 2000*, World Scientific (eds.), Singapore, pp. 107 – 122.

Applications of the Information Technologies in a New Learning Environment (2001). *Proceedings of the IASTED International Conference APPLIED INFORMATICS (AI) 2001*, Innsbruck, Austria, 2001, pp. 456 – 461.

Learning with Multimedia Technologies: some examples (2001). *Proceedings Ed-Media 2001 (World Conference on World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Educational Telecommunications)*, Tampere, Finland, p. 1619.

Some Educational Approaches Using Multimedia Technologies (2001). *Proceedings Ed-Media 2001 (World Conference on World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Educational Telecommunications)*, Tampere, Finland , pp. 1617-1618.

New media, learning and synchronization (2001). *Society for Chaos Theory in Psychology & Life Sciences Newsletter*, Vol. 8 N. 4, August 2001, pp. 11-12.

Multimedia Technologies in a Cooperative Computer Supported Environment With a Constructivist Approach (2001). *Proceedings International Conference International Conference Internet and Multimedia Systems and Applications IMSA 2001*, Honolulu, Hawaii, USA, 2001, pp. 26 – 30.

Multimedia Technologies in a Cooperative Computer Supported Environment With a Constructivist Approach: A Case of Study (2001). *Proceedings 7<sup>th</sup> NETTIES2001 Conference and 3<sup>rd</sup> International conference on New Learning Technologies*, Fribourg, Switzerland, 2001, pp. 10.4.1 – 10.4.10.

Multimedia Technologies in Educational Environment: An Overview (2001). *Proceedings International Conferences on Computer in Education (ICDE) 2001*, Seoul, Korea, pp. 404 – 411.

Information Technologies in Educational Environment: Some example (2002). *Proceedings of the IASTED International Conference APPLIED INFORMATICS (AI) 2002*, Innsbruck, Austria, 2002, pp. 97- 102.

## Capitolo 5

### Periodo di esperienza 1996-2002:

### La realtà virtuale e i nuovi media come strumenti per la didattica universitaria della matematica

#### Premessa

Lo scopo di questo capitolo è di presentare in che modo la realtà virtuale e i nuovi media siano entrati a far parte della didattica universitaria e ne abbiano influenzato le metodologie. Per *realtà virtuale* (RV), tecnicamente, s'intende quel filone di ricerca volto alla realizzazione di mondi artificiali creati dal computer con i quali si può interagire attivamente come se si trattasse di mondi reali. La realtà virtuale è una tecnologia che può aiutare anche la didattica. Dal punto di vista didattico sono tre i fattori di maggior rilievo nell'introduzione della realtà virtuale in campo educativo (Rosemblum & Cross, 1997):

- *Immersione* che permette il coinvolgimento dell'utente, dando a quest'ultimo l'impressione di essere "immerso" in un mondo realizzato dal computer (ciò è possibile con opportuni dispositivi, come vedremo nei prossimi paragrafi).
- *Interattività* che permette all'utente di interagire con il mondo virtuale.
- *Realismo visivo* che rappresenta il grado di accuratezza con un mondo virtuale è realizzato con il computer.

Una possibile classificazione dell'utilizzo della realtà virtuale nella didattica e nella formazione è illustrata in figura 1.

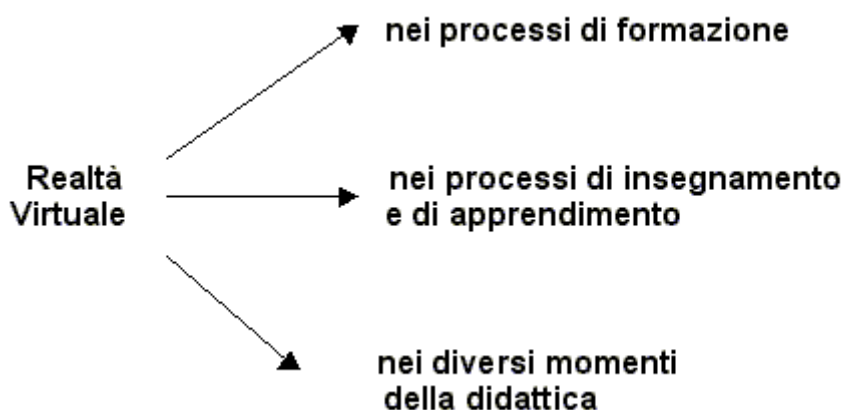


Figura 1. Classificazione dell'uso della realtà virtuale nella didattica e nella formazione.

La *realtà virtuale nella formazione* è utilizzata soprattutto nell'addestramento di personale in situazione estreme, ad esempio nella preparazione di chirurghi allo svolgimento di complesse operazioni al cervello o al cuore, oppure nella preparazione dei piloti d'aereo<sup>388</sup>.

<sup>388</sup> Alcuni esempi di utilizzo della virtuale nell'addestramento professionale verranno descritti nei prossimi paragrafi.

La *realtà virtuale nei processi di insegnamento e di apprendimento* è uno strumento importante ed utile quando il livello di astrazione dei concetti è tale da rendere difficile l'uso degli strumenti didattici tradizionali. Questo problema si riscontra soprattutto in alcuni argomenti scientifici (Johnstone, 1991; Millar, 1991; Brown, 1992)<sup>389</sup>. La *realtà virtuale nei momenti diversi della didattica*, diviene invece per il docente uno strumento per l'aggiornamento professionale e per uno studio più approfondito.

Per **Winn** (1993) la realtà virtuale è uno strumento che permette la facilitazione a un approccio di tipo costruzionista e costruttivista nella didattica. L'autore sottolinea che la realtà virtuale permette l'utilizzo di tre tipologie di costruzione della conoscenza che non sono disponibili nel mondo reale. Esse sono:

- la *dimensione (size)*, il concetto di dimensione di un oggetto cambia nel passaggio dal mondo reale al mondo virtuale<sup>390</sup>;
- la *transduzione (transduction)*, è un parametro che si riferisce all'uso di dispositivi di interfaccia per rappresentare informazioni che non sono facilmente interpretabili dai sensi umani;
- la *reificazione (reification)*<sup>391</sup>, che è il processo di creazione della rappresentazione percettibile di un oggetto che non ha una forma fisica (come ad esempio un'equazione matematica).

Per altri ricercatori la realtà virtuale può diventare uno strumento per un apprendimento cooperativo e collaborativo, come vedremo nei prossimi paragrafi (Jonassen, 1994; Roussos et al., 1997a; Roussos et al., 1997b; Roussos et al., 1998; Johnson et al., 1998; Youngblut, 1998).

Il capitolo è così organizzato: il paragrafo 1 introduce una panoramica sull'evoluzione della realtà virtuale e ne descrive alcuni campi di utilizzo.

Il paragrafo 2 analizza invece lo stato dell'arte relativo alle ricerche che coinvolgono la realtà virtuale nella didattica all'estero e in Italia (verranno ad esempio citati alcuni importanti progetti realizzati presso lo Human Interface Technology Laboratory (HITL) dell'università di Washington, Seattle e un progetto per l'addestramento all'uso delle macchine utensili che è stato realizzato presso il Laboratorio di Psicologia Cognitiva dell'Università di Milano).

Il paragrafo 3 è dedicato alla descrizione della sperimentazione didattica "Pensiero matematico"<sup>392</sup> che mi ha coinvolto, prima come assistente e poi come docente, nell'organizzazione del corso di Pensiero Matematico (primo anno) presso l'Accademia di Architettura di Mendrisio (Università della Svizzera italiana). "Pensiero matematico" è un tentativo:

- di proporre un nuovo corso di matematica specificatamente concepito per gli architetti e i cui contenuti analizzino le connessioni tra la matematica, l'arte e l'architettura;
- di integrare i nuovi media e la realtà virtuale all'interno di una attività didattica tradizionale di un corso universitario di matematica.

---

<sup>389</sup> Questo aspetto verrà approfondito nei paragrafi 2 e 3.

<sup>390</sup> Con la realtà virtuale si possono osservare eventi sia su scala molecolare sia su scala planetaria; è ad esempio possibile entrare all'interno di un atomo per poterne osservare le simmetrie, oppure studiare il nostro sistema solare come se avessimo le dimensioni di un pianeta.

<sup>391</sup> La reificazione è possibile grazie alla transduzione e alla possibilità di manipolazione della dimensione di oggetti virtuali.

<sup>392</sup> In realtà il nome della sperimentazione coincide con il corso di Matematica che si tiene, fin dal 1996, presso l'Accademia di Architettura di Mendrisio.

Nel paragrafo vengono descritte le diverse fasi del progetto che hanno prima portato dalla definizione dei contenuti del corso e poi all'impostazione didattica fortemente incentrata sull'uso della multimedialità e della realtà virtuale nelle attività di spiegazione. Per misurare l'impatto cognitivo, sia dei contenuti del corso sia della metodologia didattica utilizzata, saranno confrontati i risultati conseguiti dagli studenti in test svolti in itinere durante l'anno accademico e negli esami nel periodo 1996 – 2002. Il paragrafo 4 contiene infine le note conclusive del capitolo; mentre nel paragrafo 5 si trova la bibliografia.

## 1. Introduzione (La realtà virtuale e la sua evoluzione fino al 1996)

La realtà virtuale (RV) è una disciplina molto recente che ha trovato il suo massimo sviluppo grazie all'evoluzione che l'elettronica e l'informatica hanno avuto negli ultimi anni. Per realtà virtuale, tecnicamente, si intende quel filone di ricerca volto alla realizzazione di mondi artificiali creati dal computer con i quali si può interagire attivamente come se si trattasse di mondi reali. L'espressione "realtà virtuale" è stata coniata da **Jaron Lanier**<sup>393</sup> nel 1989.

**Myrion Krueger**, uno dei primi scienziati ad occuparsene negli anni '70, preferisce usare il termine "realtà artificiale".

Un secondo termine ricorrente in questo contesto è quello di *cyberspazio* (*cyberspace*)<sup>394</sup> che risulta strettamente connesso a *Internet*. Esistono infatti *mondi virtuali* che si possono navigare all'interno della rete. Quest'ultimo aspetto è stato possibile con l'introduzione nel 1994 del linguaggio **Virtual Reality Modeling Language** (VRML)<sup>395</sup> che permette di creare semplici ambienti virtuali navigabili in rete.

Per **Giovanni Degli Antoni**, uno dei massimi esperti italiani di nuovi media, la realtà virtuale è: *"... in tutti quei casi in cui esiste qualche tipo di interazione fra il mondo artificiale e il mondo reale, in modo tale che interagendo con il primo sia possibile interagire con il secondo e viceversa"*<sup>396</sup>. Si può quindi pensare alla realtà

---

<sup>393</sup> "La realtà virtuale è il primo medium che non limita lo spirito umano. Ricordate, qui stiamo facendo dell'alchimia culturale. Stiamo introducendo un nuovo talismano nella civiltà occidentale" Jaron Lanier, da un'intervista rilasciata a "Mondo 2000" nel 1991.

<sup>394</sup> *Cyberspazio* è un termine inventato, nel 1984, dallo scrittore di fantascienza **William Gibson** nel suo romanzo *Neuromancer*. In esso Gibson immagina una sorgente di informazioni, *Neuromancer*, con cui gli utenti possono collegarsi a paesaggi creati dal computer. "Cyberspazio. Un'allucinazione consensuale praticata da miliardi di operatori legittimi, in ogni nazione...Una rappresentazione grafica di dati estratti dalle banche di ogni computer nel sistema umano Complessità impensabile. Linee di luce allineate nel non-spazio della mente, mucchi e costellazioni di dati. Come le luci di una città che svaniscono...".

<sup>395</sup> Le origini di VRML risalgono alla prima conferenza WWW tenutasi a Ginevra nel 1994 in Svizzera. In quell'anno, Tim Berners-Lee, il visionario creatore del Web, rimase impressionato dall'opera di Mark Pesce e lo invitò a presentare il suo saggio intitolato *Cyberspace*. L'articolo descriveva un prototipo di browser VRML chiamato **Labyrinth**, che Pesce e Tony Parisi, un altro programmatore, avevano terminato di sviluppare nel gennaio 1994. In quella conferenza si parlò molto di Labyrinth, poiché si trattava della prima interfaccia in grado di rappresentare tre dimensioni nel Web. Fu lì che nacque l'acronimo VRML, che a quel tempo stava per **Virtual Reality Markup Language** (qualche mese venne modificato in Virtual Reality Modeling Language, per descrivere meglio la sua funzione) (Bell et al, 1994; Smith et al., 1996; Kelly, 1997).

<sup>396</sup> Si consulti Degli Antoni, *La realtà artificiale una silenziosa rivoluzione cognitiva*, 1991(in bibliografia).



virtuale come ad un *ambiente tridimensionale modellizzato* e percepito attraverso una interazione uomo-macchina basata sui naturali mezzi di comunicazione<sup>397</sup>. La realtà virtuale, che a volte può sembrare fantascienza, rappresenta la convergenza di diverse discipline scientifiche come la progettazione delle interfacce uomo-macchina (Penna, Pessa, 1996), la simulazione e la visualizzazione dei dati, la robotica la computer graphics e il CAD (Computer Aided Design). Il termine virtuale non indica qualche cosa di falso, un inganno, bensì un non esistente in stretto rapporto con l'esistente, un'astrazione del reale che permette la comprensione del reale stesso, un esperimento mentale.

Il primo casco per visione tridimensionale di mondi virtuali, l'**Head-Mounted**, progenitore di tutti i dispositivi oggi disponibili sul mercato, fu costruito negli Stati Uniti nel 1968 da **Ivan Sutherland** (soprannominato il padrino della computer grafica). Questo casco utilizzava due piccoli schermi, uno per l'occhio sinistro e uno per l'occhio destro, dando così, all'osservatore, la sensazione della terza dimensione (Jacobson, 1994).

Nel 1970 lo studente d'arte **Myrion Krueger**<sup>398</sup> comprese che la tastiera teneva lontani molti utenti potenziali dall'accostarsi al computer per espressioni artistiche. Per questo motivo creò **Videoplace**, un sistema artistico costituito da una telecamera controllata da un computer e da un grande schermo di proiezione.

L'utente si poneva di fronte allo schermo, la telecamera riprendeva la sua immagine che veniva in seguito combinata con immagini grafiche realizzate dal computer e poi proiettata sullo schermo. I movimenti dell'utente erano convertiti in azioni sulla scena grafica bidimensionale. In questo modo l'immagine della persona, visualizzata in forma stilizzata, poteva muoversi toccare oggetti che esistevano solo all'interno dell'ambiente creato dal computer. La figura 2 illustra un esempio di realtà artificiale di Krueger; in questo caso uno "spago virtuale" è attratto dalle dita dei due partecipanti (Krueger, 1991).

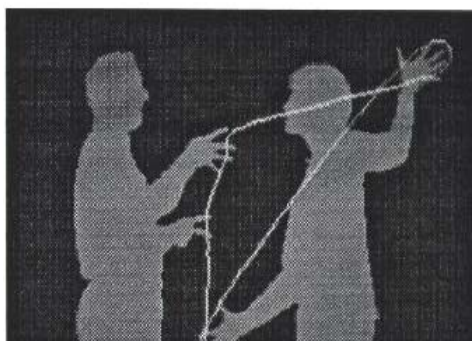


Figura 2. Un esempio di realtà artificiale di Krueger.

Le ricerche sulla realtà virtuale proseguirono in ambito militare, spaziale e presso alcuni centri universitari, ma solo negli anni Ottanta essa cominciò ad affermarsi come vera e propria tecnologia (grazie anche in questo caso all'evoluzione della tecnologia elettronica). Entrarono in funzione i primi simulatori di volo militari basati su sistemi di realtà virtuale di nuova generazione, dei caschi indossati dai piloti per addestrarsi al volo guidati dal computer, e alla NASA si costruirono elaboratori elettronici sempre più complessi capaci di riprodurre, per mezzo di immagini tridimensionali, le condizioni di volo nello spazio. Al casco nel frattempo si è aggiunto

<sup>397</sup> Come verrà approfondito nei prossimi paragrafi.

<sup>398</sup> Krueger era interessato "agli ambienti sensibili controllati dal computer".

il guanto: un dispositivo dotato di sensori e collegato al computer che consente di "toccare" e spostare oggetti. La figura 3 illustra un ricercatore della NASA che indossa Virtual Interface Environment Workstation<sup>399</sup> (VIEW).



Figura 3. Un ricercatore della NASA che indossa VIEW.

L'accoppiata casco - guanto ha decretato il successo definitivo della realtà virtuale. Alla fine del 1989 negli Stati Uniti viene immesso sul mercato il primo sistema commerciale in cui due persone possono "incontrarsi" e "toccarsi" in un mondo virtuale. A partire da allora la realtà virtuale è uscita dai centri di ricerca universitari e dai laboratori militari per partire alla conquista del mercato ed è arrivata al grande pubblico sotto forma di videogiochi: corse in auto, e avventure di ogni genere, tutte riprodotte al calcolatore, e create per essere vissute con casco e guanto da milioni di ragazzi. Esiste una prima classificazione di realtà virtuale che è stata fatta in relazione al grado di interazione esistente tra l'uomo e il mondo artificiale creato dal computer. Si hanno infatti:

- *mondi immersivi* che comprendono l'utilizzo di periferiche come i guanti, il casco e gli occhiali;
- *mondi Windows*<sup>400</sup> che forniscono una sorta di interazione con gli ambienti virtuali tramite un'interfaccia video a 2 dimensioni, come il monitor, e forniscono gli ingressi tramite un mouse standard.

I *mondi Windows* sono la tipologia di realtà virtuale utilizzata su Internet.

Un'altra classificazione è la seguente:

- *realtà virtuale pienamente immersiva* (detta anche *inclusiva*);
- *realtà virtuale a simulazione*;
- *realtà virtuale a proiezione*;
- *realtà virtuale fai-da te o da tavolo*.

---

<sup>399</sup> VIEW era una stazione di lavoro con ambiente a interfaccia virtuale, sviluppata principalmente con lo scopo di aiutare la progettazione di missioni spaziali. Fu il primo sistema a combinare computer graphics, immagini video, suono tridimensionale, riconoscimento e sintesi della voce, un casco virtuale (basato su monitor video ricavato da una televisione in miniatura) e un guanto tattile (dataglove) inventato da Tom Zimmermann e Jaron Lanier.

<sup>400</sup> Da non confondere questo termine con l'interfaccia grafica (Windows 98 o Windows 2000).

La *realtà virtuale pienamente immersiva* ha lo scopo di far provare all'utente la sensazione di vivere pienamente nel mondo virtuale. L'utente è isolato dal mondo reale e, grazie a un casco virtuale e a un guanto, vede panorami, ascolta suoni virtuali tridimensionali, che sembrano avvolgerlo, e può toccare oggetti nel mondo creato dal computer. Si tratta di applicazioni molto costose in quanto utilizzano tecnologie molto avanzate<sup>401</sup> che necessitano di molta manutenzione e non sono prodotte in grande quantità. La figura 4 illustra i sei gradi di libertà che possiedono i sistemi di realtà virtuale immersiva<sup>402</sup>. Questo tipo di realtà virtuale introduce il concetto di *avatar*. L'*avatar*<sup>403</sup> è un essere virtuale che ci rappresenta, è il nostro doppiogio, una copia elettromagnetica, la quale però può agire in maniera terribile o ludica nell'una dimensione o nell'altra. Abbiamo dunque effettivamente uno sdoppiamento del corpo: il corpo concreto, di carne e ossa, e il corpo virtuale, l'*avatar*, con la possibilità di teletrasferire quest'ultimo da un livello all'altro.

La *realtà virtuale a simulazione* rappresenta il tipo più antico di sistema, in quanto trae origine dai simulatori di volo sviluppati dai militari dopo la seconda guerra mondiale. Fondamentalmente questo tipo di realtà virtuale pone l'utente all'interno dell'imitazione di un veicolo (sotto forma di cabina).

All'interno della cabina schermi o monitor di computer offrono finestre su un mondo virtuale bidimensionale molto realistico. Non si è impediti nei movimenti in quanto non vi sono guanti o caschi; in questo caso l'interazione è possibile tramite i controlli fisici della cabina (ad esempio un volante o delle leve).

Le cabine possono essere facilmente collegate tra loro, permettendo così a diverse persone di "condividere" lo stesso mondo virtuale.

La *realtà virtuale a proiezione* deve la propria esistenza a Myron Krueger<sup>404</sup>. Attualmente questo tipo di realtà virtuale mostra all'utente un'immagine di sé generata elettronicamente, che può essere controllata muovendosi nello spazio di controllo. La propria immagine video può essere proiettata in una scena creata dal computer, oppure apparire all'interno di una scena basata su un paesaggio contenente sia immagini video sia immagini di sintesi elettronica create dal computer grazie a opportuni algoritmi<sup>405</sup>.

---

<sup>401</sup> Ad esempio: Head-Mounted Display (HMD o caschi virtuali), software di modellazione tridimensionale, dispositivi di ingresso tridimensionali o a sei gradi di libertà (6DOF, dall'inglese 6 Degrees Of Freedom).

<sup>402</sup> I sei gradi di libertà sono: x, y, z, inclinazione verticale e orizzontale e rotazione.

<sup>403</sup> L'origine del termine deriva dall'hindi "avatara" che significa «colui che scende dal cielo sulla terra». Gli dei indiani, in particolare Vishnu, si servivano di diversi avatars – s'incarnavano in vacche, elefanti o in un leggero vento – per visitare la terra, il mondo inferiore che avevano creato. Noi stessi abbiamo creato un mondo digitale; un universo fatto di milioni di computer collegati tra loro da Internet. Come gli antichi dei indiani, per andare a visitare il cyberspazio dobbiamo incarnarci in un altro corpo: un avatar appunto.

<sup>404</sup> Myron Krueger, artista esperto di computer art, per primo sperimentò la partecipazione dell'uomo con tutto il suo corpo in esperienze estetiche definite dal computer. Nel 1973 egli scrisse: "*Una realtà artificiale percepisce le azioni di colui che vi partecipa in termini di relazioni del corpo con un mondo grafico, e genera risposte che mantengono l'illusione che tali azioni siano compiute in quel mondo*".

<sup>405</sup> Un esempio di questa tecnica è Videoplacement (progetto del National Endowment for Arts) che offre a gruppi di persone una buona visione di un mondo virtuale.

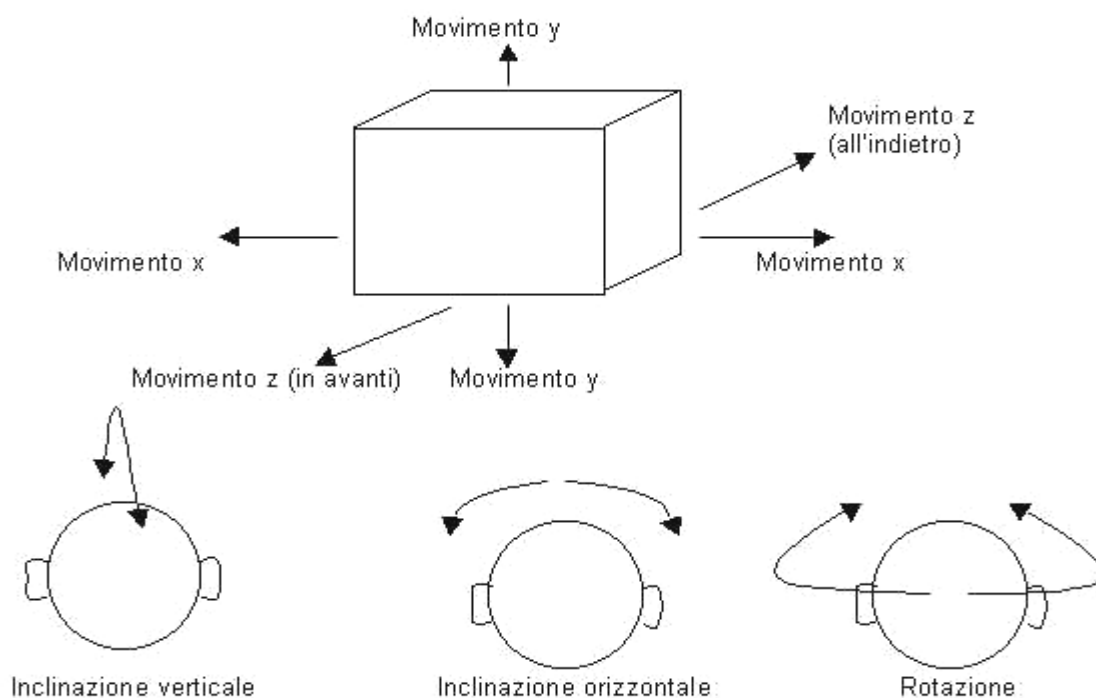


Figura 4. I sei gradi di libertà: x, y, z, inclinazione orizzontale e verticale e rotazione

La *realtà virtuale fai da te o da tavolo* è il metodo più economico e si basa su un personal computer<sup>406</sup> e non su costose stazioni di lavoro<sup>407</sup>. Questo tipo di realtà virtuale interessa coloro che non hanno grandi disponibilità finanziarie<sup>408</sup> ma possiedono buone capacità pratiche. I dispositivi di ingresso sono la tastiera, il mouse, il mouse a 3D (figura 5 a) e il guanto DataGlove<sup>409</sup> (la figura 5b). I dispositivi di uscita sono il normale monitor del computer (per applicazioni semplici) gli occhiali stereoscopici sviluppati in origine per i videogiochi<sup>410</sup> (per un'immersione parziale) e il casco virtuale stereoscopico (per un'immersione più completa). Il software per sviluppare gli scenari e i paesaggi virtuali<sup>411</sup> può essere reperito gratuitamente<sup>412</sup> o ad un prezzo molto basso. In ogni caso la grafica utilizzata nei sistemi di realtà virtuale fai da te è appare spesso grossolana e lenta (Jacobson, 1994).

<sup>406</sup> All'interno della realtà virtuale fai da te il computer prende il nome di motore di realtà.

<sup>407</sup> Nel gergo informatico *workstation*.

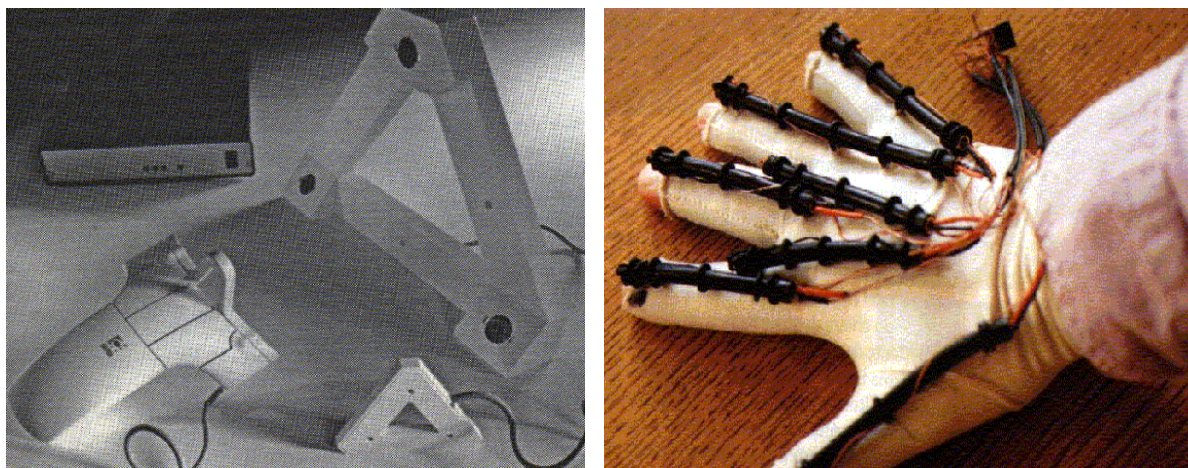
<sup>408</sup> Essi esplorano i mondi virtuali senza preoccuparsi troppo del grado di precisione e di raffinatezza.

<sup>409</sup> Il Dataglove è un guanto dotato di sensori che permettono di "percepire" un oggetto "virtuale" ossia che esiste solo all'interno del computer. Questo permette alla persona immersa nella realtà virtuale di avere il tatto degli oggetti creati dal computer.

<sup>410</sup> Forniscono un'ottima illusione della profondità.

<sup>411</sup> Questi software consentono molte cose: ad esempio costruire un mondo che contiene molti oggetti attribuendo a loro delle proprietà (come il colore e il peso) , definire il modo con cui l'oggetto può influire su un altro, interagire con il mondo afferrando e spostando gli oggetti.

<sup>412</sup> Ad esempio su Internet.



a)

b)

Figura 5. Il mouse 3D della Logitech <sup>TM</sup> a) Il DataGlove<sup>TM</sup> b)

Il più recente progetto<sup>413</sup> di realtà virtuale prevede la realizzazione di interfacce uomo-macchina di tipo "trasparente", ossia l'eliminazione totale, per quanto possibile, di sofisticati quadri di controllo, pulsantiere, tastiere, joystick e monitor, in modo da migliorare le condizioni operative e di controllo dell'uomo sul robot. Da qui nasce il termine di *telepresenza*, uno dei filoni di ricerca più interessanti della realtà virtuale: l'operatore umano si muove in un mondo virtuale che replica quello reale mentre il robot, in accordo con i movimenti dell'operatore, fa il suo lavoro nel reale, nello spazio fisico<sup>414</sup>. Il controllo degli arti del robot è assicurato da sofisticati apparecchi di interfaccia che l'uomo indossa per interagire con la realtà virtuale: guanti in fibre ottiche che calzano l'intero braccio, joystick tridimensionali, guanti e tute capaci di riprodurre, nel momento dell'interazione tra i due mondi, la fisicità degli oggetti virtuali.

I progetti di ricerca più interessanti nel campo della realtà virtuale, tuttora in corso, nascono in America, nei laboratori della NASA. Qui si stanno sviluppando progetti di interfacce per telerobotica rivolti ad applicazioni aerospaziali: robot controllati da terra in grado di riparare satelliti artificiali in orbita, occuparsi della loro manutenzione e della futura realizzazione materiale di basi spaziali.

Per superare i limiti imposti dagli attuali caschi di realtà virtuale, caratterizzati da una bassa qualità grafica, allo Human Interface Technology Laboratory (HITL) dell'Università di Washington (Seattle) il professor Thomas Furness e alcuni suoi ricercatori lavorano al progetto Micro Vision nel quale le immagini virtuali vengono direttamente proiettate sulla retina attraverso un raggio laser di bassa intensità (La figura 6 illustra uno di questi sistemi di visione).

Le sperimentazioni sui mondi virtuali hanno infiniti campi di applicazione, ad esempio:

- nell'addestramento delle forze di polizia attraverso la simulazione di situazioni pericolose;
- nell'arte, con i musei elettronici, nei quali il visitatore può interagire con gli oggetti esposti, i quali sono stati riprodotti digitalizzando quelli reali;

<sup>413</sup> Questo progetto è stato denominato VERDEX.

<sup>414</sup> Dove le condizioni ambientali (ad esempio alti tassi di radiazioni) renderebbero impossibile la presenza dell'uomo.



- nella psichiatria per il recupero dei pazienti che soffrono di particolari fobie<sup>415</sup>. Essi vengono immersi in mondi virtuali capaci di simulare le condizioni scatenanti le fobie (ma tutto è fatto in presenza del medico che può intervenire e tranquillizzare il paziente, aiutandolo a superare la crisi) (figura 7);
- nella ricerca farmaceutica con la modellizzazione molecolare;
- nella didattica per la manipolazione di oggetti e di ambienti in cui potrebbe essere pericoloso muoversi (ad esempio nell'addestramento all'uso di macchine utensili);
- nella chirurgia con la simulazione di operazioni su "pazienti virtuali" (per l'addestramento medico) oppure vere e proprie "operazioni a distanza" (telechirurgia).



Figura 6. Il sistema Micro Vision



Figura 7. La realtà virtuale applicata al recupero dell'aracnofobia.

Nel caso della telechirurgia il controllo degli arti del robot e degli strumenti chirurgici è assicurato da sofisticati apparecchi di interfaccia indossati dal chirurgo per interagire con la realtà simulata dal computer (come illustrato in figura 8). Entro pochi anni sarà possibile realizzare operazioni chirurgiche a distanza, anche all'interno delle autoambulanze: il chirurgo indosserà guanti e casco ed eseguirà gli

<sup>415</sup> Ad esempio la paura dei ragni (aracnofobia), oppure degli spazi aperti (agorafobia).

interventi stando nel proprio centro ospedaliero. Questo progetto troverà applicazione anche in campo militare, per dare immediato soccorso ai feriti in guerra. In queste tecnologie per la telechirurgia il vero ostacolo da superare, emerso da recenti test svolti negli USA, è di tipo psicologico e riguarda il timore dei pazienti di essere sottoposti ad interventi di chirurgia a distanza<sup>416</sup> (Sala, 2000).



Figura 8. La realtà virtuale applicata alla telechirurgia.

Al momento il più grande interrogativo a cui stanno cercando di dare una risposta psicologi, esperti di comunicazione, filosofi e scienziati di tutto il mondo riguarda le conseguenze psicologiche e sociali provocate da frequenti immersioni in mondi virtuali e la possibile confusione che potrebbe nascere, nell'individuo, tra mondo reale e mondo virtuale.

## **2. Stato dell'arte sulle ricerche didattiche che coinvolgono la realtà virtuale in campo educativo**

L'apporto che la realtà virtuale offre alla didattica è largamente riconosciuto. Alcuni ricercatori focalizzano l'importanza che la realtà virtuale facilita attività di apprendimento di tipo costruzionista o costruttivista (Youngblut, 1998); mentre altri studiosi hanno evidenziato che la realtà facilita l'apprendimento di concetti scientifici con un alto grado di astrazione (Millar, 1991; Johnstone, 1991; Brown, 1992; Griffiths & Preston, 1992). In uno studio approfondito del 1998 intitolato *Educational Uses of Virtual Reality Technology*, Christine Youngblut afferma che per utilizzare in modo corretto la realtà virtuale in ambito educativo: *"The range of educational subjects covered is quite broad, showing a fairly equal split between the arts and sciences."* In aggiunta, Youngblut asserisce che la realtà virtuale: *"applications are fairly equally split between those designed for elementary and middle school levels, those for high school students, and those for college students (undergraduate and graduate)"* (Youngblut, 1998, p. 29). Le sperimentazioni didattiche che hanno coinvolto la realtà virtuale hanno sempre fatto riferimento a un'università o a un centro di ricerca universitario, in quanto essi sono dotati della

---

<sup>416</sup> L'idea di farsi operare da un robot controllato da un chirurgo che non si vede non sembra entusiasmare molti!

strumentazione necessaria per potere realizzare questi esperimenti. Nei prossimi paragrafi descriveremo alcuni esempi.

## 2.1 All'estero

Alcuni dei primi studi connessi all'applicazione della realtà virtuale in campo educativo sono stati svolti presso lo Human Interface Technology Laboratory (HITLab), dell'Università di Washington a Seattle, sotto la direzione del professor Tom Furness. Fra i diversi progetti, già affrontati agli inizi degli anni Novanta dai ricercatori del HITL, ricordiamo: "Pacific Science Center 1991," "Pacific Science Center 1992," e "HIV/AIDS"<sup>417</sup>. La figura 9 illustra una classificazione e le caratteristiche di alcuni tra i progetti educativi che hanno coinvolto la realtà virtuale in USA (Youngblut, 1998, p. 48).

Organization	Class/Course	Tasking	Learning Objectives Supported	Intended Audience	Display	Usage	Students' Organization	Date of Use
Kelly Walsh High School (continued)	Computer Programming class	Research an educational area where VR seems applicable (not math or programming topics and something that cannot be done by hand) and create an educational virtual world for the selected topic.	Various topics.	Grades 10-12	HMD (stereo), glasses	Practical	Kelly Walsh High School, Casper, WY	Fall 1993 onward
						Comparative effectiveness for correcting science misconceptions	2 high and 3 elementary schools in Natrona School District #1, WY	1993 - 1994
Slaton Independent School District	Class on Atomic and Molecular Structure	Working in groups, research a particular atomic or molecular model and build a virtual world that showing understanding of the atom structures involved (numbers of protons and neutrons in the nucleus, and electron spacing).	To develop an understanding of an atom and its parts.	Ages 15-16	Shutter glasses, projection screen	Practical	Slaton High School, Slaton, TX	January 1996 onward
	Class on Energy Conservation	Working in groups, select a (U.S. or world) area you would like to live in, and research climatic data and other information about heating, cooling, house structures, etc. Then prepare house blueprints and create virtual worlds that provide 3D renderings of the blueprints.	To provide an understanding of costs involved in home maintenance and learn to develop energy conservation techniques to reduce the cost of living.	Ages 15-16	Shutter glasses, projection screen	Practical	Slaton High School, Slaton, TX	January 1996 onward
University of Washington, HITL	Pacific Science Centre, Summer Camp '91	Working in teams, decide on a world to build, plan the work, create 3D objects and define interactions (HITL staff use these to actually build the virtual worlds), then view these world.	Develop an understanding of VR technology.	Ages 10-15	HMD	Determine if students could work creatively and enjoyably with VR	Pacific Science Center, Creative Technology Camp	Summer 1991
	Pacific Science Centre, Summer Camp '92	Working in teams, take an abstract concept and incorporate it into a virtual world with an emotional theme.	Develop an understanding of VR technology.	Ages 10-15	HMD (stereo)	Assess impact of gender, race, and scholarship on ability to work creatively and enjoyably	Pacific Science Center, Creative Technology Camp	Summer 1992

Figura 9. Classificazione di alcune sperimentazioni USA che coinvolgono la realtà virtuale nella didattica.

Un altro esempio che coinvolge la realtà virtuale, ma anche l'approccio Computer Supported Cooperative Learning, è il progetto **NICE**<sup>418</sup> (Narrative, Immersive, Constructionist/Collaborative Environment). NICE ha anche come obiettivo la costruzione di un ambiente di apprendimento virtuale per bambini. Il sistema è progettato per essere eseguito in CAVE, ambiente di realtà virtuale, una camera

<sup>417</sup> Si tratta di un progetto di prevenzione per l'AIDS.

<sup>418</sup> Abbiamo già introdotto il progetto NICE nel paragrafo 2 del capitolo 4, come esempio di ambiente basato sul costruzionismo e sulla collaborazione.



dove le persone si possono muovere liberamente sia nell'ambiente reale che in quello virtuale. I bambini coinvolti nell'esperimento hanno ognuno un proprio avatar nel mondo virtuale. Una delle attività possibili in NICE è la narrativa, intesa come costruzione di storie da parte delle persone che si trovano nell'ambiente virtuale. La figura 10 l'ambiente di realtà virtuale CAVE; mentre la figura 11 mostra un avatar nell'ambiente virtuale realizzato con NICE.



Figura 10. L'ambiente NICE utilizza un ambiente di realtà virtuale CAVE.



Figura 11. Esempio di avatar in NICE.

**Christine Byrne** (1996), utilizzando un approccio costruttivista, ha creato un mondo virtuale per l'apprendimento della chimica<sup>419</sup>, nel quale degli studenti di una scuola media superiore hanno creato molecole di acqua in un ambiente virtuale interattivo ed immersivo. Hanno esplorato e interagito con le molecole invece di stare seduti in aula e ascoltare, passivamente, una lezione frontale. I risultati dell'apprendimento conseguito in questo ambiente sono stati confrontati con quelli conseguiti in ambienti di apprendimento che hanno coinvolto media differenti e ciò è stato analizzato in termini di immersione e interattività. Dagli studi di Byrne è emerso che l'interattività ha avuto un ruolo significativo nell'apprendimento; mentre non si è

---

<sup>419</sup> La ricerca è stata svolta da Byrne per il conseguimento del Ph-D presso l'Università di Washington (Seattle).

potuto verificare lo stesso per l'immersione<sup>420</sup>. La figura 12 illustra esempio di orbitale virtuale creato durante gli studi di Byrne (Byrne, 1996).

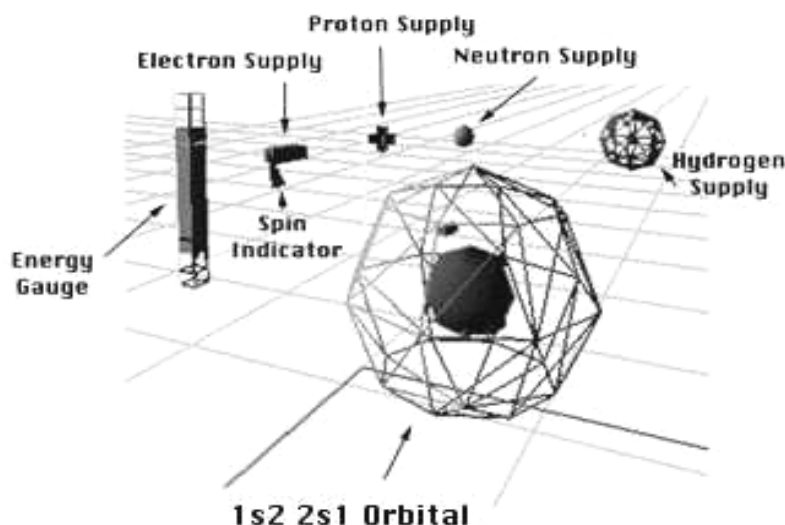


Figura 12. Un esempio di orbitale 1s2 2s1

L'uso didattico della realtà virtuale può coinvolgere anche le scuole primarie. Un interessante esempio è offerto dal progetto transnazionale **EVE** (Environment Virtuels pour Enfants) che ha lo scopo di creare un ambiente virtuale per l'apprendimento della lingua francese nella scuola elementare, sotto forma di video gioco (Gerval et al., 2002). Gli obiettivi del progetto sono i seguenti:

- creare un nuovo ambiente cooperativo per l'apprendimento che coinvolga allievi di classi differenti e di differenti nazioni.
- realizzare nuovi prodotti software pedagogici per gli allievi della scuola elementare.

Dal punto di vista operativo, si hanno a disposizione due giochi. Nel primo gioco, tre bambini lavorano contemporaneamente in tre camere virtuali. Vincerà il bambino che riuscirà per primo a indovinare tre immagini associate a tre frasi distinte<sup>421</sup>.

Nel secondo gioco ogni bambino è condotto un'altra camera virtuale dove incontrerà gli altri due bambini coinvolti nel gioco. A ciascun bambino corrisponde un avatar nella camera virtuale. Il gruppo di bambini dovrà costruire una favola utilizzando le immagini selezionate nel primo gioco. Questo tipo di lavoro cooperativo ha bambini provenienti a diverse culture possono lavorare insieme per realizzare un progetto comune (in questo la realizzazione di una storia). Dal punto di vista tecnico il progetto EVE utilizza tecnologie di realtà virtuale. Gli ambienti virtuali sono stati realizzati utilizzando il linguaggio VRML e il linguaggio Java. I partner coinvolti nel

<sup>420</sup> Come afferma la stessa autrice : "While the students in the VR treatment did significantly improve their post test scores over their pre test scores, the main result of this study was that interactivity and not immersion is the important factor in learning about atomic and molecular structure. This conclusion was due to the result that students in the VR and Mac Interactive treatments scored well on both of the tests. In most comparisons, their scores were significantly better than the Mac Run, Video, and Control groups. " (Byrne, 1996, p. 69).

<sup>421</sup> La frasi e il loro ordine vengono stabiliti dall'insegnante.

progetto sono nove e appartengono a Francia, Romania e Marocco. Le scuole e gli istituti coinvolti sono i seguenti.

Per la Francia:

- il Laboratorio di informatica industriale dell'ENIB (Ecole Nationale d'Ingénieur de Brest)
- la scuola elementare "de Kroas Saliou" a Plouzane
- la Società Virtualys a Plouzané.

Per la Romania :

- l'università OVIDIUS a Costanta
- Costanta "Dan Barbilian" a Costanta
- la Società Imprimex a Costanta

Per il Marocco:

- l'università Mohammed V a Rabat
- la scuola elementare "El Khali" a Casablanca
- la Società TBE Maroc a Rabat.

I giovani allievi hanno inoltre a disposizione:

- una TV virtuale con la quale possono vedere gli altri bambini che in quel momento sono nell'ambiente virtuale;
- una "chat room" che permette ai bambini di discutere tra loro e spiegare le scelte effettuate.

I risultati del progetti del progetto hanno evidenziato che:

- il gioco incrementa le motivazioni dei bambini;
- le nuove tecnologie, come la realtà virtuale, possono aumentare l'autonomia dei bambini.

La figura 13 mostra l'ambiente virtuale su cui si base EVE (Gerval et al., 2002).

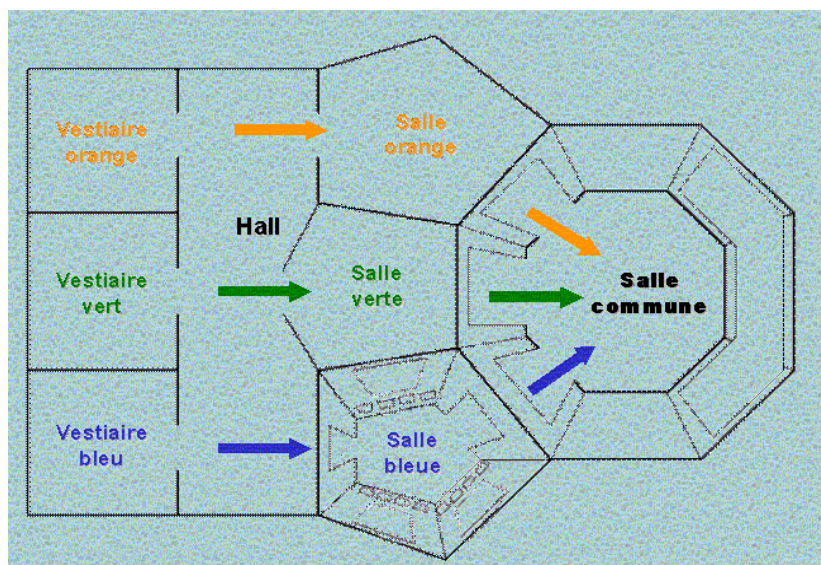


Figura 13. L'ambiente virtuale EVE per l'apprendimento della lingua francese.

## 2.2 In Italia

Un interessante esempio di applicazione della realtà virtuale in campo didattico è stato sviluppato presso il Laboratorio di psicologia cognitiva del Dipartimento di Psicologia dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano (Corso di Laurea in Psicologia)<sup>422</sup>. Si tratta di un sistema per l'insegnamento delle macchine utensili e per l'addestramento al loro corretto uso, utilizzando un ambiente di realtà virtuale con il supporto di ipermedia (Antonietti et al, 1998; Antonietti et al, 1999). Il progetto è basato su una struttura logica chiamata A.I.A.D.I. (Ambiente Integrato per l'Apprendimento Diretto e Indiretto) che consiste di due ambienti uno ipermediale (che fornisce le informazioni sulla macchina utensile) e uno virtuale (che introduce al corretto utilizzo della macchina utensile). Esso è orientato per studenti degli ultimi degli anni dell'Istituto Tecnico Industriale e per la facoltà di Ingegneria Meccanica.

Gli obiettivi didattici del progetto sono i seguenti:

- far acquisire le nozioni fondamentali sulla storia e sul funzionamento di un tornio (documentazione in modo ipermediale);
- insegnare a utilizzare correttamente un tornio, usando un tornio virtuale (realizzato in un ambiente virtuale).

In questo progetto la realtà virtuale offre alcuni vantaggi:

- efficacia nell'apprendimento;
- sicurezza (in quanto si opera in modo virtuale e non su una macchina utensile reale);
- interattività;
- risparmio nei costi della didattica (in quanto la macchina utensile e il suo comportamento sono simulati al computer e non si tratta di strumenti reali).

Il prototipo del corso è stato realizzato su un personal computer<sup>423</sup> utilizzando VRT 4-00 Superscape™, per realizzare l'ambiente virtuale, e Multimedia Toolbook 4.00™ per la realizzazione dell'ambiente ipermediale. I risultati ottenuti sui campioni di studenti che hanno partecipato al progetto hanno evidenziato che la maggior parte degli studenti ha raggiunto un buon livello di conoscenza sul tornio e sul suo corretto utilizzo. Gli sviluppi futuri di questo progetto si orientano verso l'addestramento a distanza di docenti e di tecnici industriali, superando i vincoli di spazio e tempo rispetto alle tecnologie didattiche tradizionali.

## 3. Il progetto didattico: "Pensiero Matematico"

Il progetto "Pensiero Matematico" è una sperimentazione didattica, sviluppata presso l'Accademia di Architettura dell'Università della Svizzera italiana, per modificare i contenuti di un tradizionale corso di matematica, adattandolo invece al curriculum di studi e integrando la metodologia didattica tradizionale con gli strumenti che le nuove tecnologie mettono a disposizione.

---

<sup>422</sup> Il Laboratorio di Psicologia cognitiva svolge ricerche sui seguenti temi:

- sintesi mentale di immagini visive
- stile di pensiero e navigazione di ipertesti
- Realtà Virtuale e apprendimento.

<sup>423</sup> Processore Pentium dotato di 32 Mb di RAM.

### 3.1 Caratteristiche del progetto

Lo scopo primario del progetto denominato “Pensiero Matematico” è quello di realizzare un corso di matematica specifico per architetti i cui contenuti siano fortemente connessi a concezioni filosofiche, artistiche e architettoniche.

Il progetto copre il periodo dal 1996 – 2002 ed è organizzato in tre fasi distinte, schematizzate nella prossima figura 14 <sup>424</sup>.

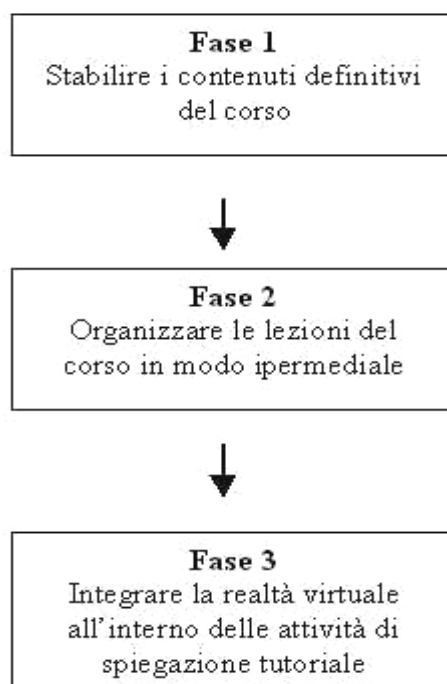


Figura 14. Le tre fasi del progetto “Pensiero Matematico”

### 3.2 Il mio contributo all'interno del progetto "Pensiero Matematico"

Il mio ruolo all'interno del progetto “Pensiero Matematico” è stato prima quello di assistente<sup>425</sup> del corso (nel periodo 1996 – 1999) e poi di docente (periodo 2000 – 2002), nonché di ideatore delle soluzioni ipermediali e delle scelte degli oggetti di realtà virtuale utilizzati nella didattica del corso.

I due quesiti a cui desidero rispondere in questo progetto sono i seguenti:

3. ***“E’ possibile proporre un corso di matematica specificatamente concepito per architetti?”***
4. ***“E’ possibile integrare la didattica di questo corso con strumenti ipermediali e con la realtà virtuale ?”***

Per poter verificare le due tesi, ho ulteriormente suddiviso le tre fasi mostrate in figura 14, in accordo con lo sviluppo top-down illustrato in figura 15.

<sup>424</sup> Vedremo in seguito che queste 3 fasi si suddivideranno in ulteriori sotto fasi, ciò è in accordo con un approccio top-down.

<sup>425</sup> Del Prof. Sergio Albeverio.

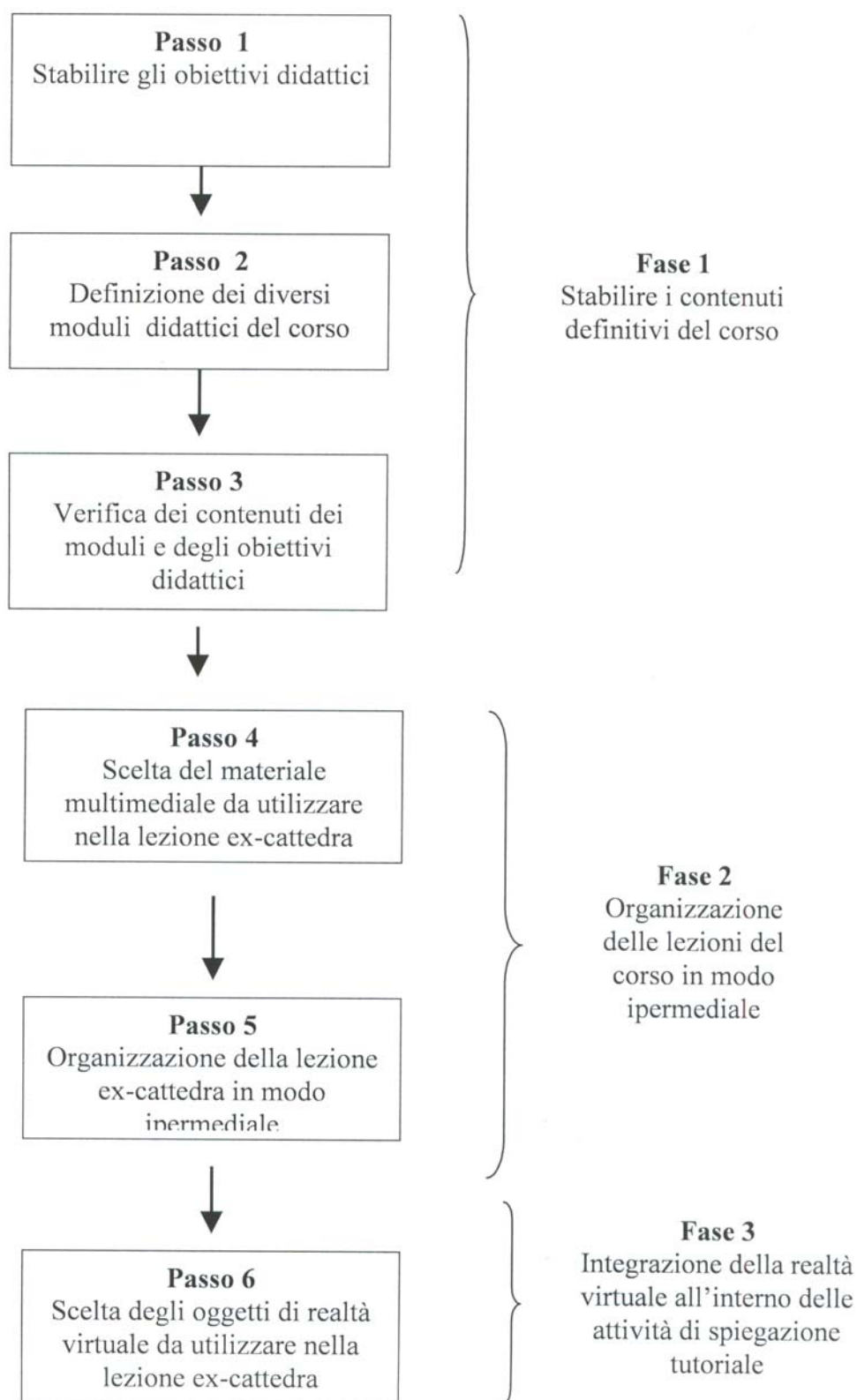


Figura 15. Organizzazione in passi del progetto "Pensiero Matematico"

### 3.3 La Fase 1 del progetto

La fase 1 del progetto è iniziata nel mese di settembre del 1996 e ha coinciso con l'inizio del primo anno di corso dell'Accademia di Architettura di Mendrisio.

In questo periodo ho collaborato come assistente della cattedra di matematica e insieme a Sergio Albeverio, titolare del corso, abbiamo stabilito gli obiettivi didattici, i moduli che avrebbero costituito il corso<sup>426</sup> e gli strumenti con cui avremmo controllato il conseguimento degli obiettivi didattici.

Il corso di matematica 1 nell'anno accademico 1996-1997 è costituito da 26 lezioni di due ore ciascuna e farà parte del gruppo delle materie definite ex-cattedra<sup>427</sup>.

La fase 1 comprende i passi da 1 a 3 dello schema illustrato in figura 15.

#### 3.3.1 Primo passo: stabilire gli obiettivi didattici

L'obiettivo primario è di creare un corso di matematica che sia specificatamente pensato per un curriculum di architettura<sup>428</sup>. Per questo motivo si cercherà di favorire un approccio "umanistico" alla matematica dove gli studenti apprendano i concetti fondamentali della disciplina, senza dovere approfondire le conoscenze dei complessi calcoli matematici che ne stanno alla base. L'intento del corso è di mostrare come il pensiero matematico sia parte integrante della nostra cultura e come si sia sviluppato spesso in stretto contatto con ricerche e creazioni artistiche. Si sottolineano gli aspetti sistematici (linguaggio matematico) e quelli creativi (scoperta e studio di nuove forme e strutture).

Gli obiettivi didattici che devono acquisire gli studenti del corso di "Pensiero Matematico" sono i seguenti<sup>429</sup>:

- sapere le implicazioni storiche, filosofiche e artistiche di alcuni argomenti basilari di matematica<sup>430</sup>;
- sapere applicare le nozioni acquisite negli atelier di disegno e di progettazione<sup>431</sup>.

#### 3.3.2 Secondo passo: definizione dei diversi moduli didattici del corso

Il programma del corso è stato organizzato in moduli didattici da svolgere in due semestri. Il primo semestre è dedicato all'introduzione del pensiero matematico; mentre il secondo semestre è dedicato all'introduzione dell'analisi matematica. I

I moduli didattici stabiliti per l'a.a. 1996-1997 sono stati i seguenti:

- I solidi platonici e le loro connessioni filosofiche e artistiche;
- La simmetria e i gruppi di simmetria;
- I numeri;
- La sezione aurea e le sue connessioni artistiche e architettoniche;
- Introduzione all'analisi matematica;
- Calcolo della probabilità;
- I sistemi complessi e la geometria frattale;

---

<sup>426</sup> Con la conseguente stesura di una dispensa cartacea.

<sup>427</sup> Le otto materie ex-cattedra sono: Cultura del Territorio, Ecologia, Filosofia, Matematica, Strutture, Storia dell'Architettura, Storia dell'Arte, Tecnologia.

<sup>428</sup> Questo aspetto è innovativo in quanto in tutti i corsi di laurea europei in architettura, la matematica è affrontata senza presentarne gli aspetti interdisciplinari con le altre materie che costituiscono il curriculum di studi.

<sup>429</sup> Gli obiettivi didattici sono in accordo con la tassonomia di Bloom e si suddividono in sapere e saper fare (Bloom, 1956).

<sup>430</sup> Questo obiettivo raccoglie quelli di conoscenza, comprensione e applicazione.

<sup>431</sup> Questo obiettivo raccoglie quelli di sintesi e rielaborazione.



➤ **Matematica e filosofia.**

La metodologia didattica utilizzata per questo corso ex-cattedra è stata la tipica lezione frontale<sup>432</sup> integrata da alcune esercitazioni di matematica<sup>433</sup>. Gli strumenti utilizzati sono quelli tradizionali: la lavagna di ardesia, la lavagna luminosa e la telecamera. Il corso inizia nel mese di ottobre del 1996 e termina nel mese di giugno del 1997. Agli studenti è stata inoltre fornita una dispensa cartacea, suddivisa in due volumi, che raccoglieva i contenuti e gli approfondimenti degli argomenti trattati durante il corso.

### **3.3.3 Terzo passo: Verifica dei contenuti dei moduli e degli obiettivi didattici**

La verifica dei contenuti dei moduli e il controllo per il conseguimento degli obiettivi didattici sono state fatte commentando i risultati del primo appello d'esame (giugno 1997). La metodologia utilizzata è stata la verifica orale. Ogni studente è stato esaminato per 30 minuti e i risultati sono stati incoraggianti in quanto solo il 25% degli iscritti non ha superato l'esame. In relazione ai risultati ottenuti decidiamo di:

- mantenere gli stessi otto moduli didattici,
- non modificare gli obiettivi didattici,
- utilizzare la stessa l'impostazione del corso anche negli anni accademici 1997-1998 e 1999 – 2000;
- potenziare le due dispense cartacee che verranno affiancate da una terza dispensa dedicata alla geometria analitica.

### **3.4 La Fase 2 del progetto: Organizzazione delle lezioni del corso in modo ipermediale**

Nel mese di settembre del 2000 sono nominata docente del corso di “Pensiero Matematico” e decido di riorganizzare le spiegazioni tutoriali utilizzando la multimedialità e Internet. L'uso di questi strumenti è in supporto a una attività didattica tradizionale con lo scopo di:

- aumentare l'impatto cognitivo negli studenti
- favorire la comunicazione asincrona tra gli studenti e il corpo docente (ad esempio attraverso l'uso della posta elettronica);
- favorire lo sviluppo di uno spazio virtuale<sup>434</sup> in cui gli studenti possono scaricare tutte le dispense integrative e le soluzioni delle esercitazioni svolte nei due semestri).

Sono in pieno accordo con alcuni ricercatori, che enfatizzano l'importanza della multimedialità in campo educativo (Ambrose, 1991; Kozma, 1991; Clark & Craig, 1992; Dede, 1992; Calvani, 1995; Pantelidis, 1997; Sassi, 1995; Schank, 1995; Yaverbaum, 1997; Rogers, 2000).

Il corso di matematica, rispetto agli anni precedenti, è diminuito da 26 a 19 lezioni (sempre di due ore ciascuna).

---

<sup>432</sup> Svolta dal titolare del corso professor Sergio Albeverio.

<sup>433</sup> Questa impostazione didattica rimane fino al 2000, anno in cui il professor Albeverio lascia il corso per dedicarsi al corso di Matematica e Territorio (quinto anno) e io vinco il concorso come docente per il primo e per il quarto anno.

<sup>434</sup> Questo aspetto è applicato soprattutto nei corsi a distanza (Lee et al., 1998).



La fase 2 comprende i passi 4 e 5 dello schema illustrato in figura 15, che fanno rispettivamente riferimento alla scelta dei diversi codici di comunicazione da utilizzare nella lezione ex-cattedra e all'organizzazione della lezione in modo ipermediale.

### **3.4.1 Quarto passo: Scelta del materiale multimediale da utilizzare nella lezione ex-cattedra**

Il lavoro di selezione e di scelta del materiale multimediale da proporre a lezione è lungo e laborioso<sup>435</sup>. Per un mese ho analizzato il materiale a disposizione e alla fine del mese di ottobre, inizio dell'anno accademico 2000-2001, ho avuto a disposizione l'intera scaletta del corso completa di tutto il materiale multimediale.

Il materiale selezionato è il seguente:

- documentari e filmati scientifici (la cui durata varia da 3 minuti a 50 minuti);
- un CAD (Computer Aided Design) didattico orientato allo studio dei poliedri (Cartesio<sup>TM</sup>)<sup>436</sup>;
- 20 siti Internet dedicati ad argomenti di matematica e geometria;
- due CD ROM uno dedicato alle opere di Escher (Escher Interactive<sup>TM</sup>) e uno alle opere di pittura e di architettura di Leonardo da Vinci.

Agli otto moduli didattici definiti da Sergio Albeverio nell'a.a. 1996 – 1997, è stato aggiunto il modulo: La matematica nelle opere di M. C. Escher, che ho ritenuto di particolare importanza per le sue forti connessioni con l'arte. Sono stati inoltre potenziati i riferimenti all'arte e all'architettura.

### **3.4.2 Quinto passo: organizzazione della lezione ex-cattedra in modo ipermediale**

Per organizzare le lezioni di matematica in modo ipermediale ho suddiviso la lezione ex-cattedra in due parti, separate tra loro da un breve intervallo di 5 – 10 minuti. Nella prima parte, concentrata nella prima ora di lezione, colloco la spiegazione tutoriale e introduco i concetti fondamentali della lezione, mentre nella seconda parte, dopo l'intervallo, inserisco le diverse applicazioni multimediali che approfondiscono gli argomenti della lezione<sup>437</sup>.

---

<sup>435</sup> Tutto il materiale doveva essere visionato e analizzato in relazione al suo potenziale inserimento nel corso di Pensiero Matematico.

<sup>436</sup> Cartesio<sup>TM</sup> è prodotto dal Dipartimento di Architettura dell'Università Ca' Foscari, Venezia. Questo strumento software, in lingua italiana, ha un'interfaccia grafica amichevole.

<sup>437</sup> Le lezioni sono tenute in un'aula polivalente nella quale si possono proiettare filmati, connettere un computer al video proiettore ed utilizzare anche la video conferenza. L'elaboratore portatile, usato per questo scopo, ha le seguenti caratteristiche:

- processore Pentium® a 500 Mhz;
- hard disk da 4 Gbyte;
- scheda grafica SVGA.

La trattazione principale degli argomenti è svolta in modo tutoriale usando Power Point oppure ipertesti in linguaggio HTML creati da me appositamente per la lezione. La figura 16 illustra la home della lezione ipertestuale dedicata alle applicazioni della sezione aurea.

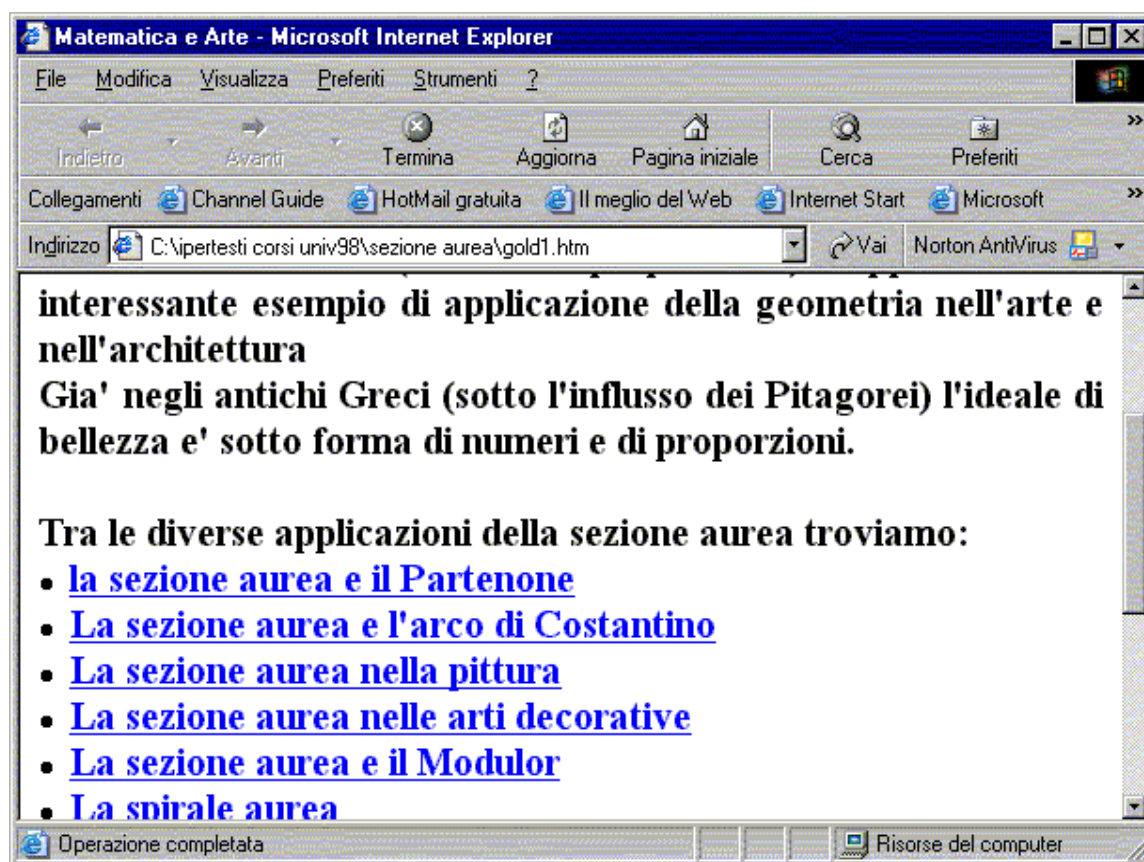


Figura 16. La home page della lezione ipertestuale dedicata alla sezione aurea.

Dopo l'intervallo della prima ora, integro la spiegazione con:

- Iper testi e ipermedia, creati da me oppure selezionati tra quelli disponibili in rete, soprattutto per spiegare le connessioni esistenti tra l'argomento trattato e l'arte, l'architettura o la natura (figura 17).
- Il programma di CAD didattico Cartesio per la spiegazione dei solidi platonici, delle isometrie e delle trasformazioni geometriche (figura 18).
- Navigazione in siti Internet dedicati all'argomento in studio<sup>438</sup>.
- Animazioni in linguaggio Java™ che permettono un discreto grado di interattività (figura 19).
- Documentari scientifici<sup>439</sup> e filmati scientifici (della durata media di 15 – 20 minuti)
- CD ROM orientati all'arte.

<sup>438</sup> Ad esempio nello studio dei solidi platonici ho selezionato i siti:

- <http://home.a-city.de/walter.fendt/mathengl/platonengl.htm> (Applet Java che contiene una animazione inerente i solidi platonici nella quali si possono scegliere il tipo di solido, manipolarlo potendo anche variare l'angolo di rotazione)

- <http://www.li.net/~george/virtual-polyhedra/art.html> (ipermedia online, di George W. Hart (1998), che contiene una descrizione storica dei poliedri nell'arte).

<sup>439</sup> Alcuni di questi documentari scientifici sono di Michele Emmer (Matematica e Arte, Le bolle di sapone, Escher e la Matematica).

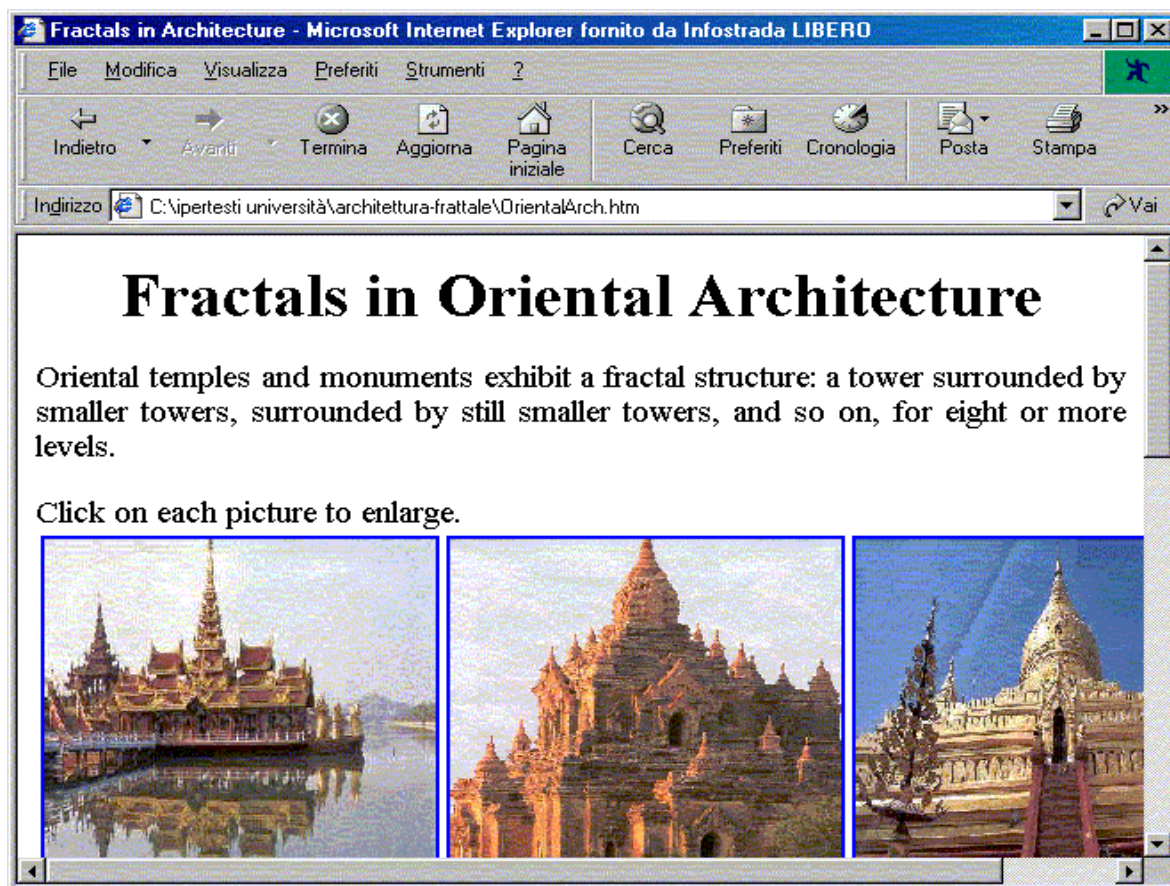


Figura 17. Esempio di un ipermedia da me creato per illustrare la presenza dell'autosomiglianza nell'arte orientale e presentato nella lezione dedicata alla geometria frattale.

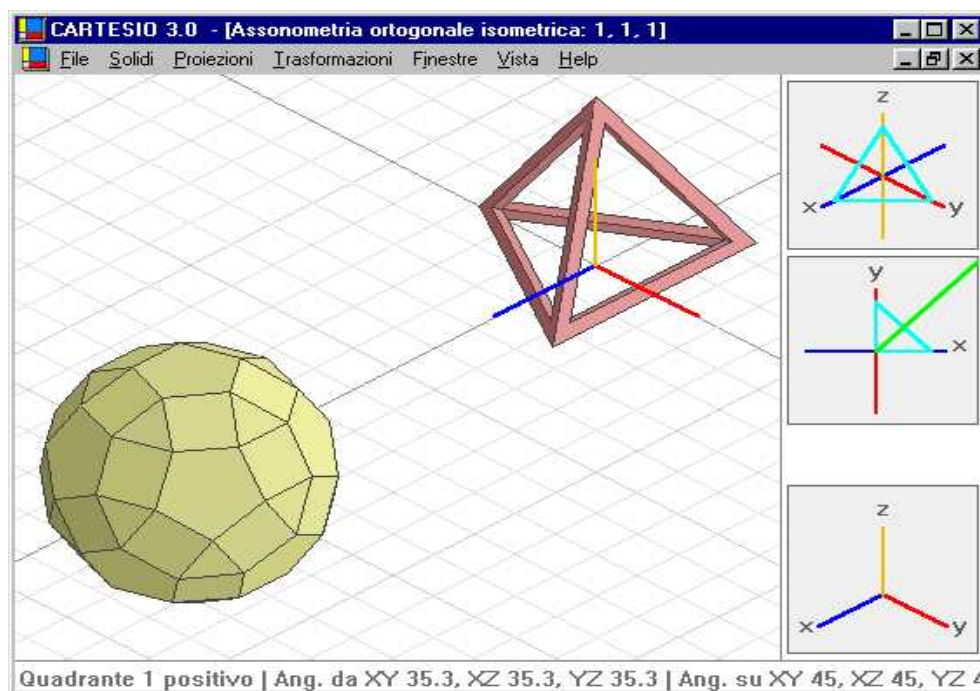


Figura 18. Videata del CAD Cartesio™ per l'introduzione dei solidi platonici.

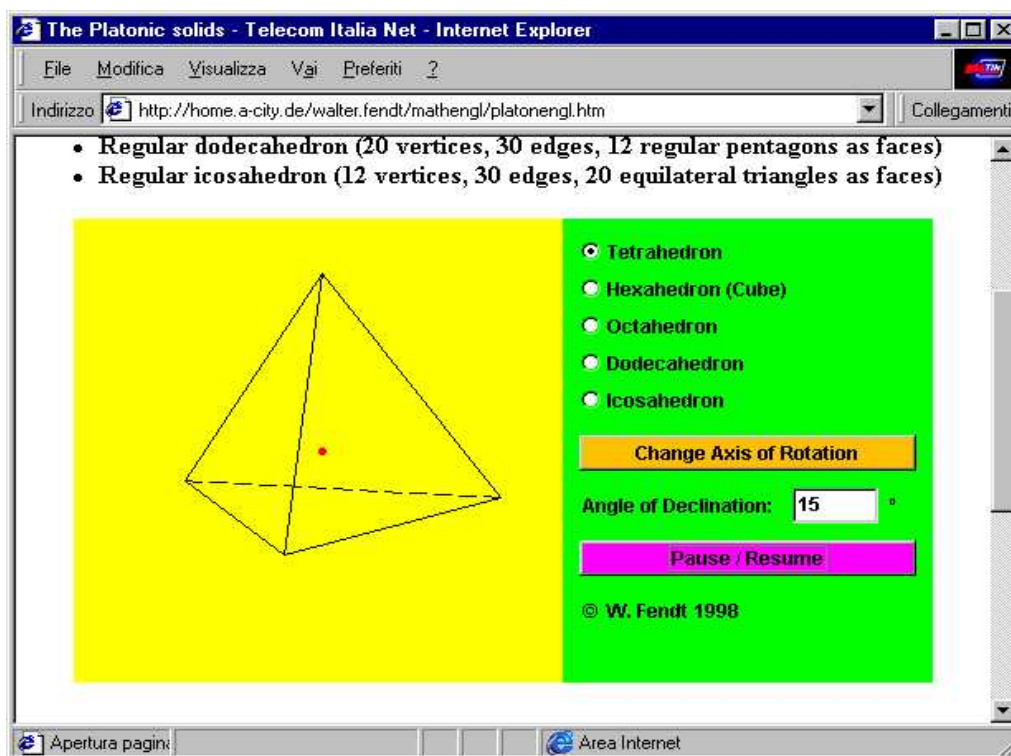


Figura 19. Animazione in linguaggio Java™ inerente i solidi platonici.

Nella lezione dedicata alle interconnessioni tra matematica e arte, ho proposto un CD-ROM dal titolo: Escher Interactive™ 440.

Questo CD-ROM, disponibile per piattaforma Windows 3.1 e Windows 95, comprende ben nove sezioni diverse: due di carattere più generale, le altre sette dedicate invece all'approfondimento di un particolare tema o aspetto del lavoro di M. C. Escher. Quelle di carattere generale riguardano rispettivamente la vita (con documentari, commentati in inglese, foto d'epoca e riproduzioni di suoi lavori) e tutte le opere di Escher. Accanto a ciascuna immagine può essere mostrata una descrizione dell'opera che riporta le informazioni sulla data di realizzazione, la tecnica usata e così via.

Le altre sezioni sono:

- le animazioni (che comprende sei brevi video clip nei quali altrettante opere di Escher vengono animate o esplorate mediante una specie di viaggio all'interno di esse);
- le sfere (dove è possibile vedere l'effetto che si ottiene appoggiando, su alcuni disegni di Escher, una lente convessa);
- i morphing (in cui si può giocare con le forme dei moduli per le tassellazioni, usando forme predefinite);
- le immagini magiche (ossia gli autostereogrammi o SIRDS, i quali contengono due disegni tratti da opere di Escher, uno palese e uno nascosto);
- i giochi (è un interessante videogame sul riconoscimento della convessità o della concavità di una figura);
- i puzzle;

<sup>440</sup> Realizzato dall'olandese Eyeware Interactive col supporto e il beneplacito della Fondazione M. C. Escher e della Cordon Art B. V. che detengono i diritti sulle opere dell'artista.



- le figure impossibili (che raffigurano paesaggi o edifici globalmente assurdi anche se localmente plausibili).

Il CD ROM non è un applicativo didattico, ma io l'ho utilizzato costruendo un percorso didattico organizzato nel seguente modo:

- Descrizione della vita di Escher (con due filmati che illustrano l'artista all'opera);
- Le tassellazioni di Escher (regolari e non regolari) con una panoramica sulle sue opere;
- L'utilizzo dei poliedri nelle opere di Escher;
- Le figure impossibili (dal cubo di Necker alla scala di Schroeder).

La figura 20 illustra la sezione di Escher Interactive™ dedicata alle sfere nella quale possiamo osservare la deformazione che subisce lo spazio se osservato attraverso una lente sferica.

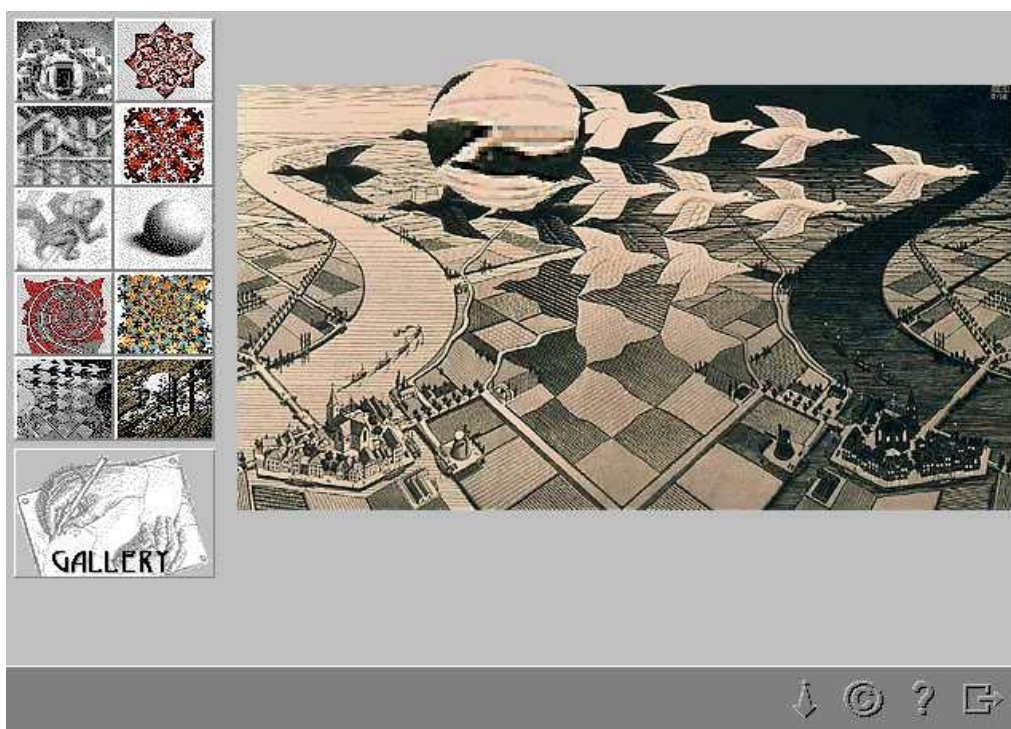


Figura 20. Il CD ROM Escher Interactive™.

Il CD ROM Escher Interactive™ è a disposizione degli studenti presso la biblioteca dell'Accademia.

Gli ipertesti da me creati sono stati invece inseriti sul server dell'Accademia e sono a disposizione degli studenti che desiderano ripassare i contenuti della lezione o che erano assenti alla spiegazione stessa. Gli studenti hanno gradito l'organizzazione multimediale delle lezioni ribadendo che gli ha aiutati nella comprensione degli argomenti<sup>441</sup>. Per verificare l'impatto cognitivo dell'uso della multimedialità in supporto alla mia didattica della matematica, sono stati confrontati i risultati di alcuni test svolti in itinere e degli esami finali nei diversi anni accademici, anche quelli in cui l'approccio didattico multimediale non era presente. Alcuni dei risultati saranno discussi nel paragrafo 3.6 dedicato alle osservazioni inerenti il progetto.

<sup>441</sup> Questa considerazione è scaturita da colloqui avuti con gli studenti.

### 3.5 La Fase 3 del progetto: Integrazione della realtà virtuale all'interno delle attività di spiegazione tutoriale

Nell'anno accademico 2001-2002 ho cercato di inserire degli oggetti di realtà virtuale all'interno del corso di Pensiero Matematico. In accordo con gli studi di Winn (1993) ho deciso di inserire degli oggetti di realtà virtuale nella mia lezione dove l'astrazione dei concetti è tale da non potere ricorrere ad altri strumenti<sup>442</sup>.

Le oggettivi virtuali sono stati da me creati utilizzando il linguaggio VRML<sup>443</sup> che mi ha permesso di inserirli all'interno delle mie pagine ipertestuali scritte in HTML.

Ho creato i seguenti oggetti virtuali, che ho illustrato durante la lezione:

- Solidi platonici e poliedri (figura 21);
- Molecole di carbonio (figura 22);
- Cristalli;
- Cupole geodesiche (figura 23);
- Oggetti di geometria frattale (tetraedro di Sierpinski, spugna di Menger)
- Superfici minimali in architettura.

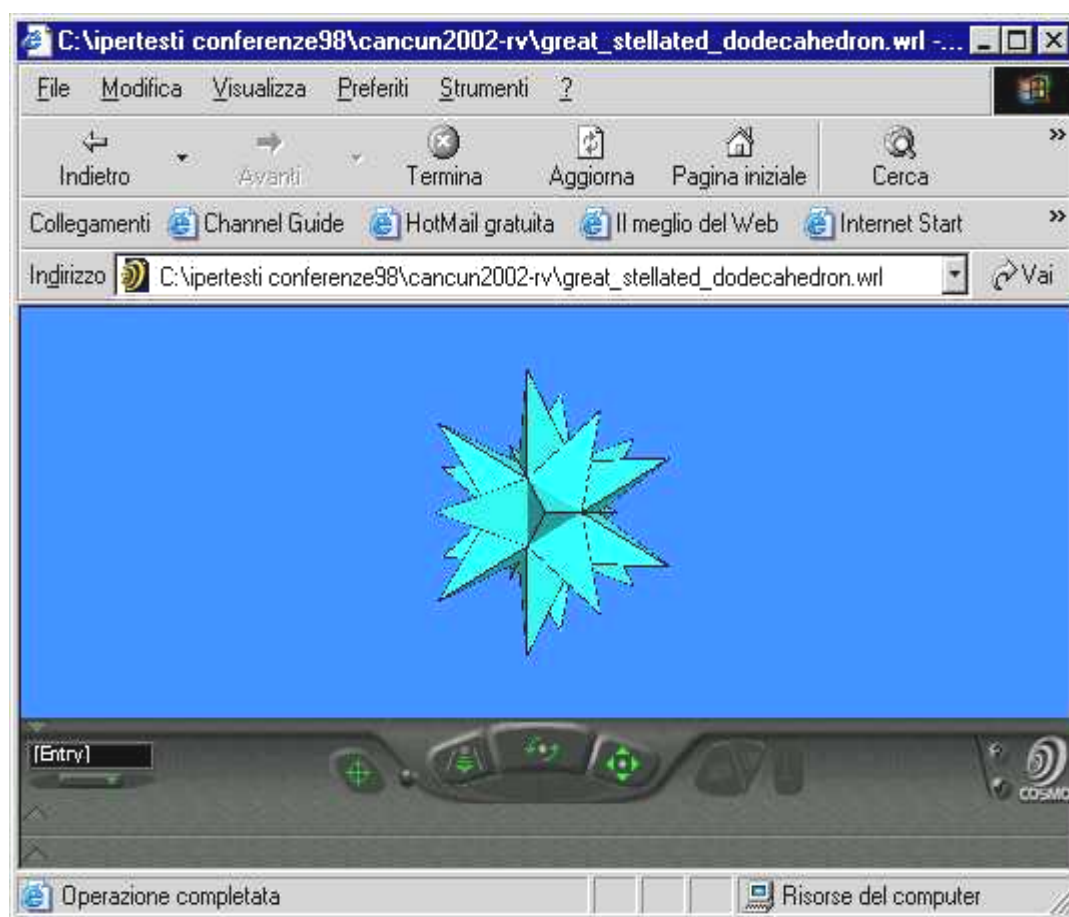


Figura 21. Un poliedro virtuale<sup>444</sup>

<sup>442</sup> Ad esempio è difficile illustrare le simmetrie presenti in una molecola se utilizzo una immagine di un libro o una figura in una pagina Web.

<sup>443</sup> Si tratta di una realtà virtuale non immersiva, ma che permette un limitato grado di interazione.

<sup>444</sup> L'oggetto virtuale è visualizzato grazie Cosmoplayer™ che è un browser che permette di interpretare le istruzioni scritte in VRML.

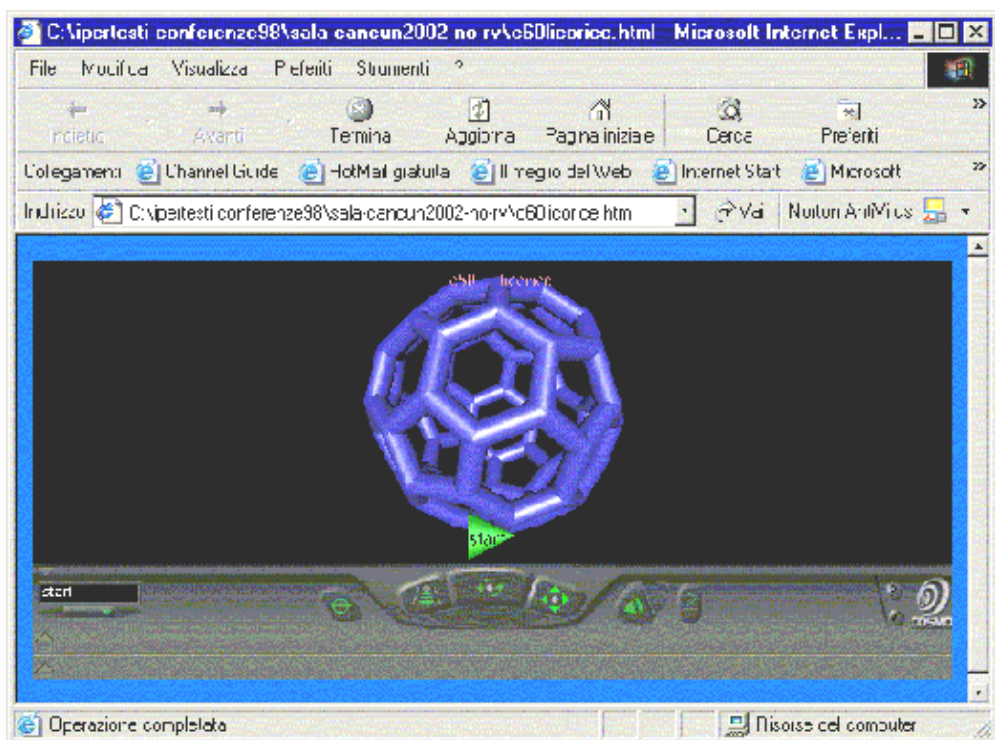


Figura 22 Una molecola di carbonio realizzata in realtà virtuale

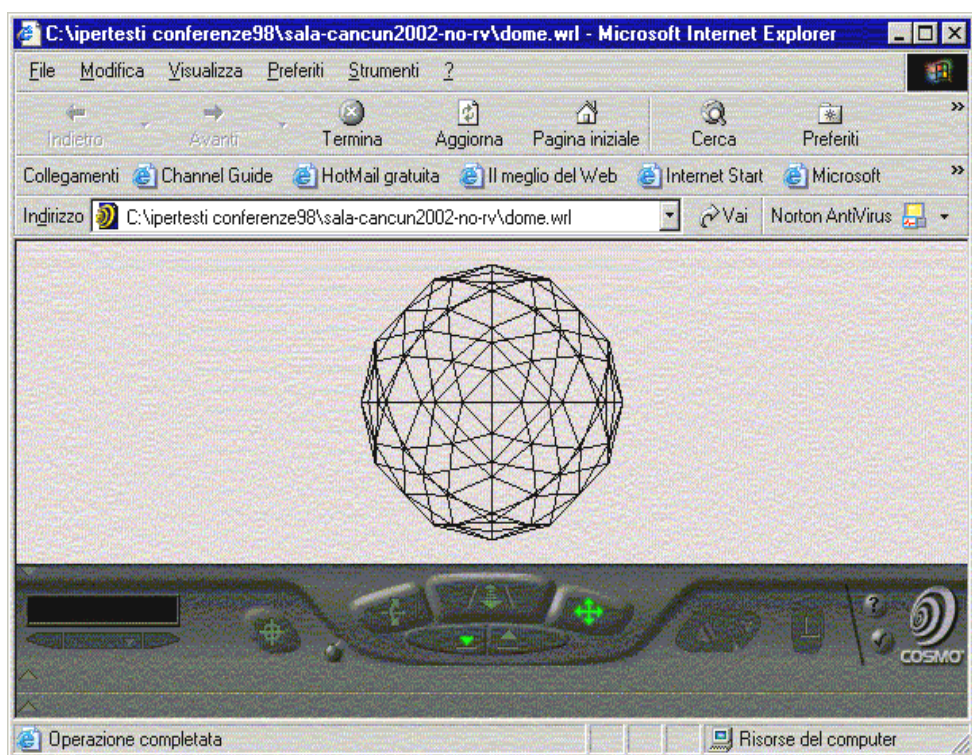


Figura 23. Un cupola geodesica virtuale.



Gli oggetti di realtà virtuale sono stati messi a disposizione degli studenti, sul server dell'università, che li hanno utilizzati per:

- per studiare le simmetrie presenti nei poliedri usando diversi punti di vista (interno ed esterno a questi solidi geometrici);
- per osservare l'analogia tra la forma delle molecole di carbonio e quelle delle cupole geodesiche;
- per analizzare le cupole geodesiche e altri oggetti di architettura e di design.

### 3.6 Osservazioni inerenti il progetto “Pensiero Matematico”

La sperimentazione che ho denominato “Pensiero matematico”, facendo coincidere il nome con quello dell'omonimo corso di Matematica 1 presso l'Accademia di Mendrisio, è ancora in fase di svolgimento, in quanto saranno necessarie alcune lievi modifiche ai contenuti per rendere la materia ancora più interdisciplinare con le altre del corso di laurea<sup>445</sup>.

Il primo quesito che ho analizzato in questo progetto:  
***“E’ possibile proporre un corso di matematica specificatamente concepito per architetti?”***

E’ stato pienamente verificato già con il corso<sup>446</sup> dell'anno accademico 1996-1997, dove tutti i contenuti sono stati proposti con una forte connessione con la filosofia, l'arte e l'architettura, che ha reso il corso unico nel suo genere.

Gli studenti hanno dimostrato molto interesse al corso e agli argomenti trattati e ciò è stato verificato sia:

- sull'alto numero degli studenti frequentanti le lezioni,
- sui giudizi positivi espressi in sede di test di valutazione del corso<sup>447</sup>,
- sulla possibilità di recupero di quegli studenti che, provenendo da scuole artistiche, avevano una forte avversione nei confronti della matematica<sup>448</sup>.

Il secondo quesito che ho proposto:

***“E’ possibile integrare la didattica di questo corso con strumenti ipermediali e con la realtà virtuale ?”***

E’ stato verificato solo negli anni accademici 2000-2001 e 2001-2002 ed è ancora in fase di analisi, anche se il confronto tra i risultati degli esami finali della sessione estiva<sup>449</sup> ha evidenziato che gli strumenti ipermediali, se ben utilizzati possono aiutare ad aumentare l'impatto cognitivo.

---

<sup>445</sup> Ad esempio: Disegno, Progettazione e Strutture.

<sup>446</sup> Con i contenuti non ancora definitivi.

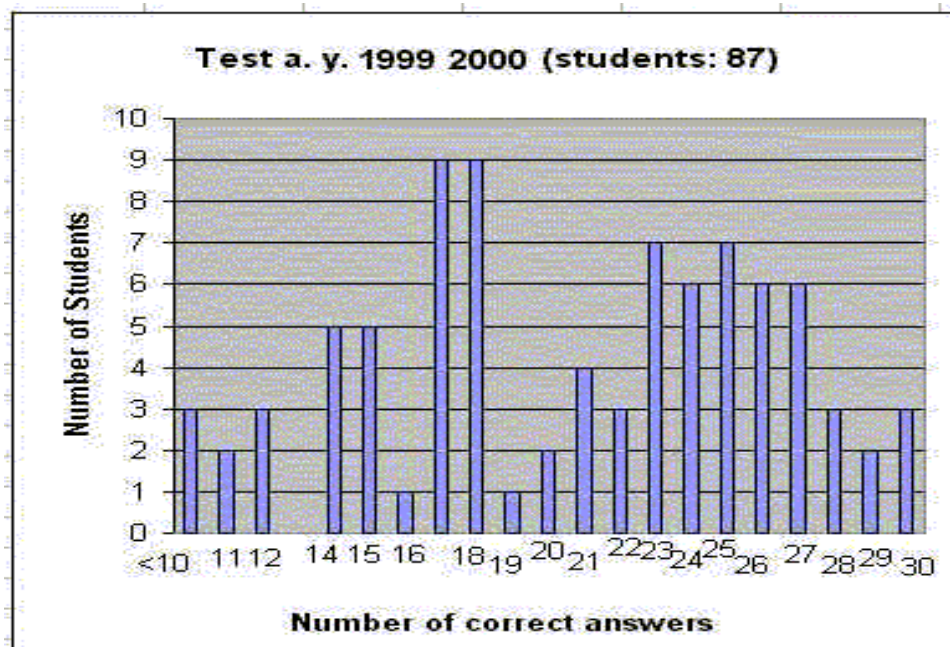
<sup>447</sup> Il test, anonimo, è stato somministrato dall'Amministrazione dell'Accademia, a tutti gli studenti di tutti i corsi, per permettere ai docenti di potere trarre utili considerazione sulla loro impostazione didattica.

<sup>448</sup> Osservando la matematica attraverso dei canoni artistici (ad esempio la sezione aurea, i fregi, le pavimentazioni) ne hanno rivalutato l'importanza.

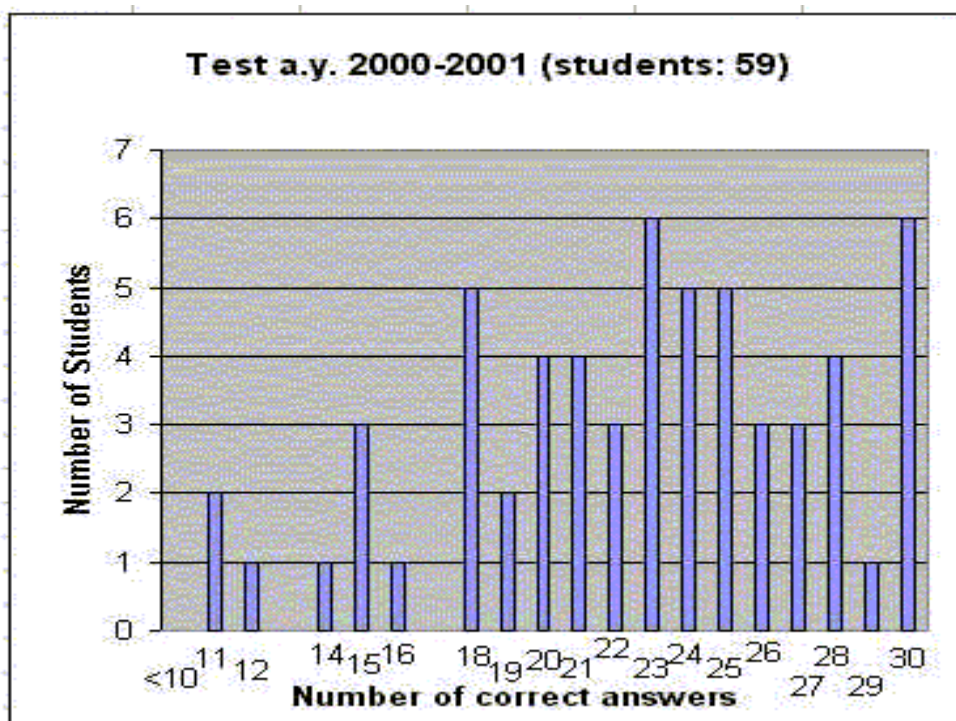
<sup>449</sup> La sessione più numerosa (ndr.).



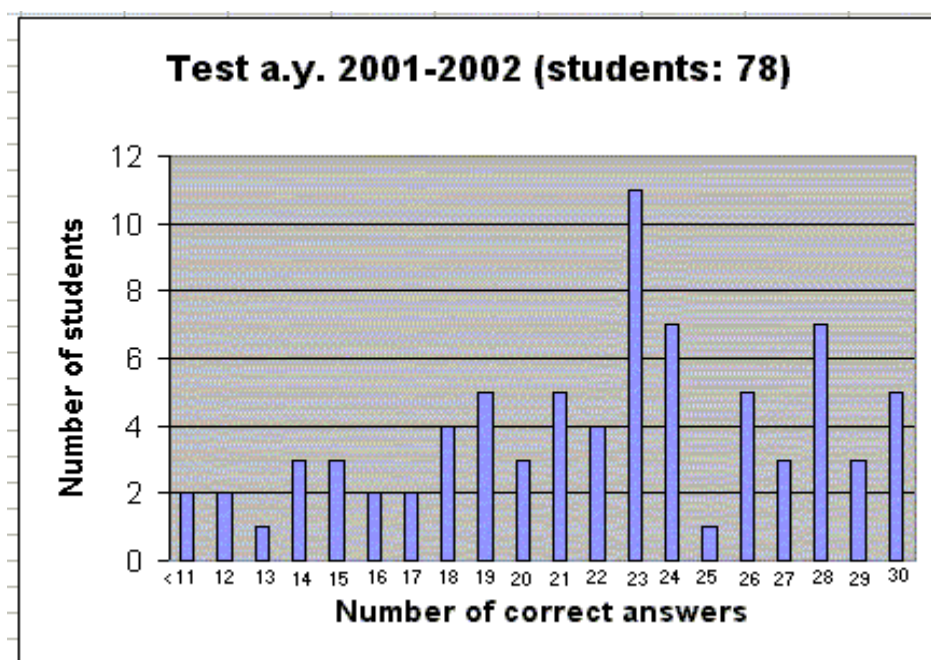
La figura 24 raccoglie i risultati di un test svolto su tre diversi anni accademici, rispettivamente nell'anno accademico 1999-2000 (con una didattica tradizionale) la figura 24 a), nell'anno accademico 2000-2001 (con una didattica integrata con la multimedialità) la figura 24b) e la figura 24c) nell'anno accademico 2001-2002 (con una didattica integrata sia con la multimedialità, sia con la realtà virtuale).



a)



b)



c)

Figura 24. Il confronto dei risultati di un test in tre diversi anni accademici.

Tra gli aspetti positivi del progetto “Pensiero Matematico” è stata evidenziata la possibilità di:

- integrare i new media in una didattica tradizionale;
- rendere più interattiva e meno tediosa una lezione ex-cattedra di matematica (aumentando la curva dell’attenzione);
- favorire l’apprendimento della geometria utilizzando oggetti di realtà virtuale (Cross & Hanson, 1994);
- abituare gli studenti all’utilizzo degli strumenti multimediali nei processi di comunicazione<sup>450</sup>;
- addestrare gli studenti all’uso della realtà virtuale che diventerà uno strumento di progettazione al quinto anno (Engeli, 1996) e uno strumento per lo studio e la ricostruzione del territorio (Poletti, 2001; Schenone1997).

Tra gli aspetti negativi del progetto “Pensiero Matematico” ho riscontrato:

- un alto numero di ore dedicato per la preparazione del materiale ipermediale da proporre a lezione.

E’ interessante notare che non ho potuto abolire la lavagna in ardesia in quanto è uno strumento indispensabile per le spiegazioni integrative e per la dimostrazione di formule e teoremi.

A tal riguardo Giulio C. Barozzi<sup>451</sup> (1995), coinvolto nel progetto NET.T.UN.O. per l’insegnamento a distanza della matematica, ha affermato: “...La maggior parte dei segni che ho utilizzato li ho tracciati sulla lavagna nel modo tradizionale. Penso che sia un errore presentare all’allievo una formula già costruita. Egli deve vedere la

<sup>450</sup> Ciò è molto importante in quanto li aiuterà a utilizzare la multimedialità nella comunicazione dei loro progetti architettonici.

<sup>451</sup> Docente presso l’Università di Bologna.

*notazione nel suo farsi, così come siamo abituati quando osserviamo una persona che scrive. Anche dal punto di vista psicologico, il tempo di costruzione di una formula, soprattutto se complessa, dà agio al discente di assimilarla e lo costringe a scandirla nel suo ordine naturale. Quando una formula viene ripresentata, in sede di rinforzo, riassunto, conclusione, allora può essere riproposta nella sua interezza” (Barozzi, 1994, p. 158).*

#### 4. Conclusioni

La realtà virtuale può offrire forti benefici in ambito educativo in quanto permette di:

- Facilitare ambienti di apprendimento di tipo costruzionista o costruttivista (CTGV, 1991, Byrne, 1996, Youngblut, 1998);
- Favorire forme di apprendimento che possono aiutare le diverse categorie di studenti soprattutto quelli orientati a un apprendimento visivo (Brown, 1997);
- Osservare fenomeni utilizzando scale diverse (dalla scala molecolare a quella planetaria) (Byrne, 1996);
- Studiare fenomeni che non potrebbero essere osservati in natura (ad esempio le interazioni nucleari, come illustrato nelle figure 25 a, 25 b e 26) (Youngblut, 1998)
- Visitare ambienti e interagire con eventi in cui il tempo, lo spazio o i fattori di sicurezza non rendono possibile l'interazione reale;
- Addestrare all'uso di macchine utensili o di strumenti particolarmente pericolosi (Antonietti, 1999)
- Favorire la comprensione di argomenti il cui grado di astrattezza rende difficile la spiegazione con i supporti didattici tradizionali (Win, 1993; Zoller, 1990).

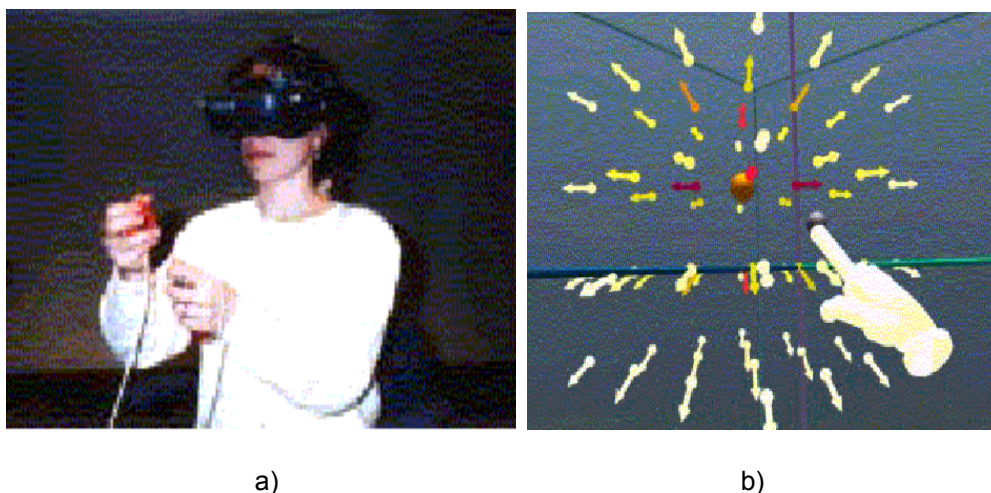


Figura 25. Un esperimento di realtà virtuale in cui è si analizza una reazione nucleare<sup>452</sup>.

<sup>452</sup> Si tratta dell'ambiente di realtà virtuale **MaxwellWorld**. Uno studente costruisce un campo elettrico 3D, scegliendo alcuni parametri che caratterizzano il campo elettrico tramite una mano virtuale che rappresenta il suo avatar all'interno dell'ambiente. Tra gli obiettivi dell'esperimento vi sono la possibilità di valutare l'impatto sull'apprendimento di una forma di realtà virtuale immersiva multisensoriale e la sperimentazione di un ambiente collaborativo tra studenti dislocati in zone geograficamente lontane (Youngblut, 1998).



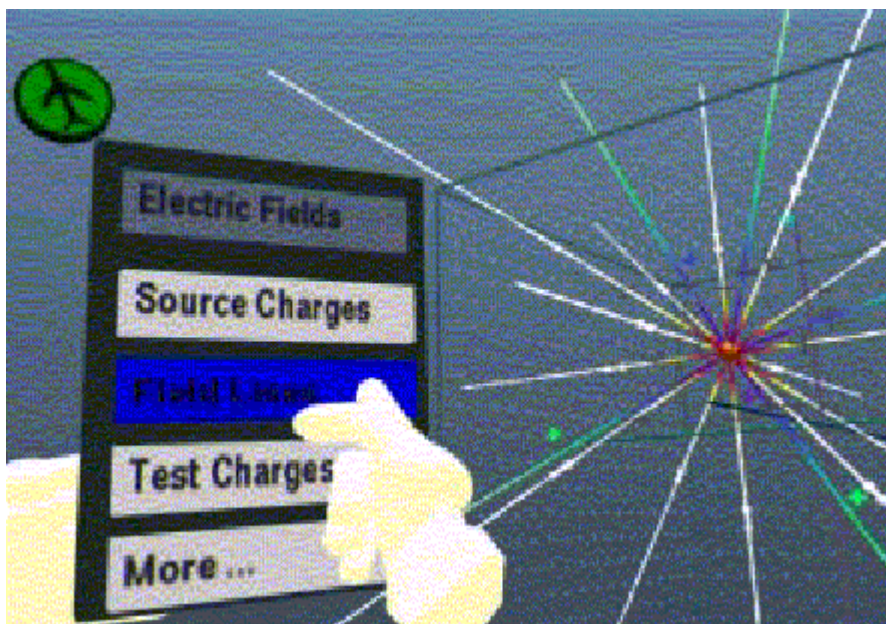


Figura 26. L'avatar sceglie le il tipo di esperimento da svolgere.

I limiti della realtà virtuale non sono ancora definiti, come afferma Giovanni Degli Antoni: *"...le dimensioni del tempo e dello spazio vengono alterate. E l'uomo avrà davanti a sé altri uomini. Uomini della realtà ordinaria, e uomini della realtà artificiale. Non sempre queste due entità si incontreranno in entrambi gli universi. Con il crescere della dimensione della realtà artificiale basata sugli iperspazi nei computer accadrà che quasi sempre l'uomo incontrerà altri uomini di cui verrà a conoscenza solo attraverso le astrazioni che il computer rende possibili. Queste astrazioni si modificano con il tempo: oggi sono nome e cognome. Domani una immagine sul video ed un curriculum... Ma lentamente l'uomo della realtà artificiale si affrancherà dalla coincidenza della sua realtà: si sdoppierà. Vivrà come astrazione nella realtà artificiale ed incontrerà uomini veri senza che questi se ne accorgano. E talvolta incontrerà sdoppiamenti di uomini veri. Nella realtà artificiale le nostre copie faranno ciò che noi vorremmo, autonomamente, nei limiti e nella possibilità delle astrazioni che saranno loro consentite. E in taluni casi continueranno ad agire anche dopo la nostra morte"* (Degli Antoni, 1991, pp. 21- 22).

### **Pubblicazioni di Nicoletta Sala scaturite da questa esperienza**

How to Use Some Multimedia Technologies in a New Course of Mathematics: the Case of Architecture of the Academy of Architecture of Mendrisio (1999). *Proceedings M-SET 99* San Antonio, Texas, USA, 1-4 March 1999, Editor David A. Thomas, Printed in USA, pp. 310 - 315.

Multimedia Technologies in University Courses: Some Examples (1999). *Proceedings IEEE ICMCS 99 (IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems)*, Firenze, Italia, 7 - 11 June 1999, pp. 979 - 981

How to Use Some Multimedia Technologies in a Course of Mathematics: in University (1999). *Proceedings Ed-Media 99 (World Conference on World*

Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Educational Telecommunications) Seattle, Washington, USA, 19-24 June 1999, Edited by Betty Collins & Ron Oliver Printed in the USA, 1675.

*La realtà virtuale* (1999). Preprint Cerfim 43/99, Locarno.

*Multimedia tools: a different way to study the interconnections between mathematics, architecture, arts* (1999). Preprint Cerfim 48/99, Locarno, Switzerland.

L'informatica: scenari presenti e futuri (2000). *Didattica delle scienze e informatica*, n° 208, Casa Editrice la Scuola, Brescia, pp. 45- 54.

Mathematics, Arts, and New Media : Some Interesting Interconnections (2000). In *Proceeding book of International Conference MSET 2000*, San Diego , California, USA., pp. 22.

Hypertexts and Hypermedia to Present the Interconnections Between Mathematics and Arts (2000). *Proceeding Book of International Conference MSET 2000*, San Diego, California, USA, pp. 22.

Learning with Multimedia Technologies: some examples (2001). *Proceedings Ed-Media 2001 (World Conference on World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Educational Telecommunications)*, Tampere, Finland , 2001, pp. 1619

Some Educational Approaches Using Multimedia Technologies (2001). *Proceedings Ed-Media 2001 (World Conference on World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Educational Telecommunications)*, Tampere, Finland , 2001, p. 1617 – 1618.

Teaching mathematics using the new media (2001). *Proceedings CIEAEM53: Mathematical Literacy in the Digital Era*, Ghisetti e Corvi Editori, Verbania, Italia, pp. 56 – 63.

Multimedia Technologies In The Learning Of Mathematics (2001). *Proceedings 7<sup>th</sup> NETTIES2001 Conference amd 3<sup>rd</sup> International conference on New Learning Technologies*, Fribourg, Switzerland, pp.4.3.1 – 4.3.10.

Le nuove tecnologie nella didattica e nella formazione/aggiornamento dei docenti di matematica. *Matematica e scuola: facciamo il punto*, Pubblicazione dell'Istituto Regionale di Ricerca Educativa, Ghisetti e Corvi, Milano, 2001, pp. 55 – 60

Multimedia Technologies in Educational Environment: An Overview (2001). *Proceedings International Conferences on Computer in Education (ICDE) 2001*, Seoul, Korea, pp. 404 – 411.

From Virtual Reality to the Virtual Cities (2002). *Proceedings International Conference on New Educational Environment 2002*, Lugano, Switzerland, session 2.3, pp. 21 – 24.

Virtual Reality as an Educational Tool (2002). *Proceedings International Conference on Computers and Advanced Technology Education (CATE)*, Cancun, Messico, 2002 pp. 415 – 420.

Virtual Reality In The Educational Environments (2002). *Proceedings International Conference on Advanced Learning Technologies ICALT 2002*, Kazan, Russia pp. 417-419

## Capitolo 6

### Conclusioni

#### Premessa

Nei precedenti capitoli ho analizzato in che modo l'evoluzione dell'informatica e l'introduzione dei nuovi media abbiano scandito la modifica della didattica nelle scuole di ogni ordine e grado (dalle primarie fino all'università). Il mio lavoro di ricerca ha affrontato gli ultimi 10 anni del XX secolo in quanto è proprio in questo periodo che lo scenario dei saperi e delle abitudini umane si è fortemente trasformato nelle società occidentali. Si pensi ad esempio alla telefonia mobile come fenomeno della comunicazione, o agli archivi digitali che permettono di contenere una quantità di dati e di informazioni paragonabile a centinaia di volumi di enciclopedia. E' in questo decennio che ho iniziato prima la mia attività di docente di ruolo di elettronica e di informatica nella scuola media superiore italiana, poi quella di assistente e in seguito di docente di matematica presso l'Università della Svizzera italiana. In questo modo ho potuto sperimentare i diversi approcci alla didattica e le diverse metodologie con l'uso delle nuove tecnologie informatiche e della comunicazione.

In questo capitolo conclusivo desidero trarre alcune considerazioni che scaturiscono dalla visione generale della mia ricerca, che possono anche essere di spunto per educatori e docenti che desiderano utilizzare i nuovi media nelle loro attività di insegnamento e di formazione. In accordo con le considerazioni di Maragliano (1998), Cangini (2001) e Rivoltella (2001c), sottolineerei che sono mutate le condizioni materiali della comunicazione e della conoscenza ed insieme a queste e con queste sono mutate le forme del sapere umano.

In tal senso Roberto Maragliano (1998)<sup>453</sup> afferma: *“Il nostro è il tempo dei cambiamenti radicali: nelle cose, nei pensieri, nei rapporti, nella coscienza.... Il cambiamento tecnologico è tutto sommato di portata inferiore al cambiamento semiotico e psicologico che si accompagna ad esso.”* (Maragliano, 1998, p. VII).

#### 1. Apporto e valore aggiunto delle tecnologie educative

Nel capitolo 1 ho evidenziato che la storia della tecnologia per la didattica è stata influenzata dalla storia delle tecnologie informatiche. In esso ho analizzato come l'evoluzione della tecnologia elettronica ed informatica abbia anche scandito una modifica, e in alcune casi una rivoluzione, nelle metodologie didattiche. La storia dell'evoluzione delle tecnologie didattiche ha infatti determinato il passaggio da un'istruzione programmata<sup>454</sup>, definita dall'educatore e da programmi rigidi di trasmissione del sapere, ad una programmazione dell'istruzione, in cui il docente o il formatore funge da stimolo e da guida nel viaggio che gli studenti compiono nella scoperta della conoscenza.

---

<sup>453</sup> Roberto Maragliano insegna Tecnologie dell'istruzione e dell'apprendimento presso l'università di Roma Tre. Si occupa di multimedialità e di formazione, sia come oggetto di ricerca sia come ambito di produzione.

<sup>454</sup> Che ha avuto come maggiore esponente Sidney Pressey (1888- 1979).

Va inoltre sottolineato che i primi progetti di informatizzazione nelle scuole superiori europee hanno raggiunto solo in parte gli obiettivi prestabiliti, come ad esempio il Piano Nazionale per l'Informatica (PNI) che si è svolto in Italia, in quanto la tecnologia della comunicazione a distanza di quel periodo non aveva ancora raggiunto l'attuale grado di sviluppo e inoltre non si è tenuto conto di alcuni importanti fattori che sono poi risultati determinanti nella riuscita dei progetti stessi.

Fra questi fattori ricordiamo:

- Le discipline coinvolte nei progetti non erano state scelte in modo adeguato. Ad esempio nel PNI la materia maggiormente coinvolta era la matematica, i cui docenti spesso non avevano una preparazione appropriata nel campo dell'informatica. L'insegnamento dei principi di base dell'informatica da parte dei docenti di matematica ha portato questi ultimi a trascurare questa disciplina per privilegiare la matematica. Diverso sarebbe stato il risultato finale del PNI in Italia se il docente di matematica fosse stato affiancato da un docente di informatica che lo avesse aiutato, in ore di copresenza, a introdurre i concetti di base di questa disciplina.
- La scelta delle sole discipline tecnico-scientifiche nel PNI ha portato a far erroneamente pensare al computer come a un oggetto da programmare e non come uno strumento di lavoro e di comunicazione<sup>455</sup>.
- Ai docenti coinvolti in questi progetti veniva richiesto un tale monte ore elevato di lavoro extra che ha scoraggiato anche i più volenterosi.
- Molti paesi, tra i quali l'Italia, hanno organizzato dei poli di aggiornamento per l'informatica, provinciali e regionali, con dei costi elevati.

Come ho già affermato nel capitolo 1, i risultati sarebbero stati diversi se ci fossero state le attuali tecnologie della comunicazione che permettono l'apprendimento e la formazione a distanza che consentono di superare i vincoli di spazio – tempo che impongono invece le vecchie tecnologie. In questo modo, i docenti coinvolti nel PNI avrebbero potuto usufruire di moduli per la loro formazione a distanza nel campo informatico, senza doversi recare presso i Poli interprovinciali di aggiornamento, spesso distanti decine di chilometri (e soprattutto negli intervalli di tempo a loro disposizione). Ciò avrebbe creato meno problemi anche all'istituto di titolarità di questi insegnanti che dovevano essere sostituiti da supplenti, durante le loro assenze per gli aggiornamenti nel campo dell'informatica.

Dopo le esperienze che ho svolto, al quesito: “**Per quale motivo introdurre le nuove tecnologie nella scuola**”, potrei rispondere individuandone la ragione nel valore aggiunto che esse possono apportare al lavoro scolastico ai diversi livelli. Il progetto didattico “Work Station per il docente”, che ho affrontato nel periodo 1990 – 1994, è nato proprio con l'intenzione di fornire una risposta a questo quesito. Esso è stato infatti un tentativo per impostare la mia attività di docente di elettronica con un forte utilizzo del computer e di strumenti informatici orientati alla mia disciplina di insegnamento<sup>456</sup>. I moduli di lezione che ho sviluppato erano organizzati sequenzialmente, ed erano inoltre poco interattivi<sup>457</sup>, ciononostante mi hanno permesso di capire che gli studenti gradivano particolarmente la presentazione col

---

<sup>455</sup> E' stato grazie all'uso del computer come strumento di comunicazione e di lavoro che è avvenuto il suo reale inserimento nell'ambito della scuola italiana.

<sup>456</sup> Ciò era in contrasto con le direttive ministeriali che indicavano la matematica e la fisica come le discipline coinvolte nel PNI.

<sup>457</sup> Qualche anno dopo, grazie agli ipertesti ho potuto ovviare a questi inconvenienti.

computer degli schemi di circuiti elettronici, della loro simulazione e della teoria elettronica ad essi connessa. La metodologia utilizzata in laboratorio, dove il computer permetteva la simulazione dei circuiti e il disegno con gli strumenti CAD/CAE, ha permesso ai miei studenti di avvicinarsi a un reale ambiente di lavoro. Il “medium” computer rendeva le lezioni meno tediose e mi permetteva di utilizzare uno strumento che, grazie ai video games, era già familiare agli studenti, favorendone un innalzamento della curva dell’attenzione.

A questo punto ci si potrebbe chiedere:

***“Ma quali sono gli ambiti in cui le nuove tecnologie possono apportare un valore aggiunto nei confronti della scuola?”***

Antonio Calvani<sup>458</sup> suggerisce l’esistenza di tre principali ambiti entro i quali le nuove tecnologie forniscono alla scuola un valore aggiunto (Calvani, 2000). Questi ambiti sono: **globale, organizzativo, di amplificazione delle soggettività e dell’apprendimento.**

Le nuove tecnologie rappresentano una **risorsa globale**, ossia funzionano come un agente di globalizzazione. Questo sta ad indicare che grazie ad esse sarà possibile riorganizzare i saperi, gli spazi e i tempi educativi.

Per quanto riguarda la riorganizzazione dei saperi, lavorare in Internet ad esempio comporta l’accesso degli studenti a informazioni remote, la comunicazione sincrona e asincrona con individui di pari età in Italia e all’estero, la collaborazione con realtà che operano in altri territori con altri usi e costumi. Queste considerazioni sono utili alla didattica per creare le condizioni affinché si possa avere una didattica interdisciplinare e una modifica nei processi di elaborazione, archiviazione e scambio di conoscenze. Lo sviluppo di Internet e degli ipertesti, descritti nel capitolo 3, hanno favorito l’apprendimento collaborativo creando una comunità virtuale di apprendimento, i cui membri condividono la finalità e gli oneri di costruire una conoscenza comune, partecipata e distribuita, all’interno di un progetto coerente e organico, come ho illustrato nella descrizione del mio progetto Web Learning Environment (WLE). Siamo nell’ottica dell’apprendimento collaborativo sostenuto dal computer (CSCL: Computer Support Collaborative Learning), che rifacendosi alla riflessione pedagogica e alle varie sperimentazioni didattiche sviluppate in Europa e negli Stati Uniti sul lavoro di gruppo e sulla cooperazione educativa evidenzia il ruolo decisivo per lo sviluppo del lavoro di gruppo che può rivestire, da una parte, l’uso delle telecomunicazioni e delle tecnologie informatiche, favorendo la comunicazione e l’interazione, e, dall’altra, la scrittura ipertestuale, con quel suo presupporre inevitabilmente un riassetto, una riorganizzazione e una diversa costruzione dei saperi<sup>459</sup>. Sottolineerei anche l’importanza che lo sviluppo di un ipertesto collaborativo permette di affrontare una tematica specifica di studio come un campo di indagine non riduttivo, integrando, anche grazie alle potenzialità di Internet, le dimensioni multidisciplinari e transdisciplinari, e cercando pure, all’interno della comunità virtuale di apprendimento, di valorizzare diversi gradi di competenza, diversi stili cognitivi. La finalità di un apprendimento avanzato, del resto, è lo sviluppo della flessibilità cognitiva (Spiro & Jehng, 1990), essenziale per una comprensione

---

<sup>458</sup> Antonio Calvani è docente di Tecnologie dell’Istruzione e di Informatica al Dipartimento di Scienze dell’Educazione dell’Università di Firenze.

<sup>459</sup> Si è passati ora dal CSCL al CSCL/W (Computer Supported Collaborative Learning/Work). Un altro interessante approccio è il “Knowledge Building” di Bereiter e Scardamalia e che è definito dai suoi ideatori come: “creative work with ideas that really matter to the people doing the work” (Scardamalia & Bereiter, 2004, in stampa).



profonda della complessità della conoscenza e del reale. Indubbiamente, il lavorare 'a più mani', se ben orchestrato, può stimolare con forza la molteplicità e differenziazione delle spiegazioni e rappresentazioni, delle connessioni, dei punti di vista, favorendo una visione multiprospettica.

Sul **piano organizzativo** le nuove tecnologie, non necessariamente in ambito didattico, possono favorire due tipi diversi di intervento che si possono così riassumere:

- Alleggerimento del lavoro di segreteria, grazie all'automazione delle procedure che permette di risparmiare tempo e ottimizzare le risorse. Rientrano in questo ambito il registro elettronico, la gestione della messaggistica all'interno di una scuola attraverso la posta elettronica, l'informatizzazione dei sistemi di verbalizzazione. Ad esempio nella scuola italiana, i docenti sono obbligati ad assolvere molte incombenze burocratiche, come riunioni e relazioni che limitano il tempo da dedicare alla "didattica pura". L'automazione di queste procedure permette di "guadagnare tempo" da dedicare alla preparazione delle proprie lezioni<sup>460</sup>.
- Razionalizzazione degli assetti interni dell'organizzazione scolastica, grazie all'introduzione delle bacheche elettroniche e alle banche dati scolastiche.

Per quanto riguarda **l'amplificazione delle soggettività**, le nuove tecnologie hanno permesso alla didattica di diversificare e personalizzare l'intervento consentendo agli studenti di trovare con maggiore facilità una propria forma di presenza nella classe. Tutto ciò si traduce nell'amplificazione dell'apprendimento in tre direzioni:

- La diversificazione e la personalizzazione della didattica;
- L'attivazione della diverse intelligenze dei soggetti (logico-linguistica, percettiva-motoria, e così via);
- L'apertura della conoscenza in senso interdisciplinare e multiculturale.

## 2. La multimedialità come strumento della formazione

L'introduzione della multimedialità, che ho descritto nel capitolo 2 e ripreso nel capitolo 5, ha fornito un grande aiuto alla mia didattica, favorendo, insieme allo sviluppo della telematica, sia i primi modelli di apprendimento a distanza sia la definizione di nuove metodologie didattiche. Quando parlo di multimedialità, intesa come punto di incontro tra ricchezza audiovisiva, interattività e profondità conoscitiva e informativa, faccio riferimento a come essa venga a realizzarsi dentro gli spazi d'uso di un computer (una stazione multimediale) che racchiude i tre elementi fondamentali di comunicazione e conoscenza: audiovisivo, scrittura e interattività. E' in questi ambiti che il computer non è più una semplice macchina, ma diventa un apparato di conoscenza, metafora di un nuovo regime mentale, caratterizzato da fluidità, contaminazione e interattività.

Oggi come nel passato, nella scuola come all'università, si insegna principalmente attraverso la lezione tradizionale (o lezione frontale), attraverso la lettura/scrittura di testi e lo svolgimento di esercitazioni pratiche connesse a quella determinata disciplina. A questo tipo di apprendimento che si può definire *formale*, perché tipicamente scolastico e perché richiede sforzo, impegno e astrazione, se ne aggiunge un altro, quello dei nuovi media (Internet, computer, televisione, ecc.) che

---

<sup>460</sup> Un prototipo di registro elettronico è stato da me realizzato nel progetto "Work Station per il docente", come pure l'uso del computer nelle attività burocratiche che il docente deve espletare.

si potrebbe assimilare a un metodo *informale*, in quanto centrato sulle logiche della partecipazione, dell'immersione e della complicità.

Oggi, rispetto al passato, le informazioni ci vengono fornite utilizzando più canali di comunicazione ed è naturale che si sia facilitati ad apprendere informazioni con il multimediale rispetto al monomediale. In parte queste informazioni riescono a toccare aspetti specialistici che rendono i nuovi media (CD-ROM, Internet, ecc.) di qualità, paragonabili all'insegnamento del medium libro. Ciò è possibile in quanto il sistema dei media (tv, computer, Internet, radio, ecc.) tiene occupate zone corporee (e mentali) più estese di quelle occupate dalla lettura grazie al sonoro e alle immagini e perché vincola l'individuo ad un rapporto di complicità con il mezzo. Il sistema dei media risulta quindi più divertente, più vicino all'individuo perché più coinvolgente e non accademico. Alcuni di questi aspetti li ho empiricamente verificati nel mio progetto "Pensiero Matematico", descritto nel capitolo 5, dove la multimedialità è diventata uno strumento con cui impostare un corso universitario di matematica specificatamente calibrato per una facoltà di architettura. In questo caso la multimedialità, affiancata a una metodologia didattica di tipo tutoriale, ha permesso di rafforzare e rendere più incisive le mie lezioni.

Durante questi anni di sperimentazione ho potuto inoltre constatare di persona, giungendo alle stesse considerazioni di Caterina Cangia<sup>461</sup> (Cangia, 2001), che l'apprendimento multimediale opera per *immersione* (ci si immerge con più sensi: la vista, l'udito, il tatto) mentre l'apprendimento monomediale opera principalmente per *astrazione* (tra i fattori che hanno determinato lo sviluppo della capacità critica e dei saperi astratti, un ruolo determinante è stato giocato dalla tecnologia visiva per eccellenza: la scrittura a stampa).

Un'altra interessante considerazione sta nel fatto che lo sviluppo delle nuove tecnologie ha influenzato e modificato molte funzioni conoscitive umane. Mutando le condizioni materiali della comunicazione e della conoscenza, mutano le forme del sapere umano (dalla memoria, all'immaginazione fino ad arrivare a nuove forme di ragionamento). Deve cambiare, quindi, anche la trasmissione del sapere. Ciò è stato evidenziato nel progetto, descritto nel capitolo 2, "Moduli ipermermediali per l'apprendimento a distanza della strumentazione elettronica di base"<sup>462</sup> del Politecnico di Torino con cui ho collaborato. In questo progetto il computer è diventato una stazione multimediale attraverso la quale apprendere i principi teorici, il funzionamento e il corretto utilizzo della strumentazione elettronica che è stata introdotta attraverso moduli ipermediali. In questo caso la "contaminazione" tra due diverse tecnologie: la telematica e la multimedialità ha portato a una nuova forma di didattica a distanza per l'apprendimento degli strumenti elettronici<sup>463</sup> che permette allo studente lavoratore di addestrarsi all'uso della strumentazione elettronica, senza doversi recare fisicamente in un laboratorio reale, se non dopo avere appreso il corretto funzionamento degli strumenti, i cui pannelli di controllo sono simulati al computer. Questo approccio ha evitato un sovraffollamento dei laboratori e un lavoro immane da parte dei pochi assistenti a disposizione dei laboratori di elettronica universitari.

---

<sup>461</sup> Caterina Cangia insegna Nuove Tecnologie all'Università Salesiana di Roma e dirige "La Bottega d'Europa", una scuola di comunicazione per bambini e ragazzi. Nota per il suo impegno pionieristico nella produzione multimediale in Italia, i CD-ROM da lei firmati sono stati tradotti in varie lingue.

<sup>462</sup> Inserito nel progetto italiano NETTUNO per la didattica universitaria a distanza.

<sup>463</sup> Fino a pochi anni fa ciò era impensabile.

I difetti che ho riscontrato in questo progetto dipendono dal fatto che i moduli ipermediali sono stati sviluppati utilizzando Multimedia Toolbook® che nel periodo di sperimentazione (1994 -1995) non aveva ancora le potenzialità attuali <sup>464</sup>. Infatti:

- era ancora uno strumento rigido che generava file di grosse dimensioni;
- non permetteva un'alta qualità nelle immagini;
- la multimedialità era gestita tramite un linguaggio interno di programmazione;
- necessitava di un modulo di run-time per potere visualizzare i moduli generati.

La multimedialità e le nuove tecnologie hanno permesso un notevole sviluppo della didattica a distanza, presentata nel capitolo 2. In questo caso si è passati dalle *lezioni teletrasmesse* a *cyberspazi didattici*. Con la didattica a distanza sono stati ridefiniti i ruoli: docente – studente. Il docente non è più colui fornisce informazioni ma un tutor che invia, a distanza, le indicazioni affinché lo studente possa facilmente apprendere i contenuti che vengono forniti in modo multimediale, chiarendo eventuali suoi dubbi e fornendogli consigli sui percorsi didattici da svolgere; si è quindi nel campo delle amplificazioni delle soggettività.

**In questo modo si può sviluppare una nuova forma di relazione pedagogica costruita sull'interazione e non più solo sulla presentazione espositiva del sapere.**

E' da notare che la didattica a distanza permette allo studente di rompere con i tradizionali canoni di spazio-tempo, favorendo soprattutto gli studenti lavoratori che non possono frequentare dei corsi di studio tradizionali.

In questo ambito, la sincronicità della comunicazione tra docente e studente perde di importanza e non diventa l'unico modo di comunicare. Vanno quindi pensati dei nuovi modelli di comunicazione asincrona che trovano nel Web il migliore strumento per la loro organizzazione (ad esempio la e-mail, il forum di discussione, o un cyberspazio nel quale potersi incontrare virtualmente e/o scaricare materiale didattico).

Per come è strutturata attualmente la didattica a distanza, essa potrà maggiormente favorire e coinvolgere l'ambito universitario e gli studenti adulti o gli studenti lavoratori, ossia studenti che hanno raggiunto una buona autonomia nello studio. Questa considerazione vale soprattutto nei paesi dove la tradizione didattica ha imposto per anni il metodo tutoriale (come ad esempio nei paesi latini: Italia, Francia, Spagna), ciò è meno evidente in paesi dove le condizioni climatiche e/o geografiche hanno quasi "imposto" l'apprendimento a distanza come una necessità già nelle scuole di grado inferiore all'università (come ad esempio i paesi scandinavi o l'Australia). Strettamente connessa alla didattica a distanza sono la formazione a distanza, la formazione continua e il "life long learning"<sup>465</sup>. I nuovi sistemi della formazione seguiranno i nostri studenti durante tutta la loro vita lavorativa, stimolandoli ad essere attivi e partecipi nella ricerca di sempre nuove occasioni per realizzare la propria crescita professionale.

La multimedialità e le nuove tecnologie hanno inoltre favorito lo sviluppo dell'apprendimento di tipo "Learning by Doing", come ho descritto nel capitolo 4. In questo caso, la multimedialità diviene uno strumento di grandi potenzialità per una *didattica attiva e costruzionista*. Questo aspetto l'ho verificato nella sperimentazione che ho denominato "Learning by Doing and Creating" descritta nel capitolo 4. Rispetto al costruzionismo di Papert, che con il suo linguaggio Logo faceva

---

<sup>464</sup> Ora è uno strumento semplice da usare che permette anche il salvataggio in HTML.

<sup>465</sup> La filosofia del "life long learning" realizza quella garanzia di crescita professionale che accompagnerà la giovani generazioni nella Società dell'Informazione.

riferimento a bambini della scuola primaria, io ho cercato di sviluppare un approccio costruzionista coinvolgendo due campioni di studenti dell'ultimo anno di una scuola media superiore italiana nello sviluppo di un ipermedia sulle reti neurali (argomento che non conoscevano). In questa sperimentazione, che è l'evoluzione di un authoring multimediale, ho osservato che alcuni dei nuovi media (ad esempio, la multimedialità e gli ipertesti) hanno permesso la "contaminazione" tra tre diverse metodologie: il costruzionismo di Papert, l'apprendimento significativo di Jonassen e il Computer Supported Cooperative Learning (CSCL).

Tra gli aspetti positivi dell'approccio "Learning by Doing and Creating" evidenzierò:

- **la simulazione di un reale contesto lavorativo**<sup>466</sup> che ha spronato e favorito il coinvolgimento anche degli studenti più demotivati<sup>467</sup>;
- **la modifica del ruolo di docente** che diviene un tutor e un collaboratore degli studenti, indirizzandoli nelle loro soluzioni progettuali e consigliandoli nel loro percorso di apprendimento;
- **le soluzioni e le scelte compiute dagli studenti nel progetto ipermediale** (scelta dell'interfaccia grafica, elaborazione delle immagini e dei filmati) hanno favorito una sorta di **sviluppo della creatività**;
- **la possibilità di far acquisire a tutti gli studenti una conoscenza corretta di tutti gli strumenti informatici coinvolti nel progetto stesso**, grazie all'alternarsi dei diversi ruoli,
- l'apprendimento delle conoscenze relative alle reti neurali, argomento sviluppato nell'ipermedia, e conseguito con l'approccio "Learning by Doing" è paragonabile a quello conseguito con una metodologia didattica tradizionale<sup>468</sup>;
- **il forte impatto emotivo** che questo approccio ha avuto sugli studenti e che ha portato il 100% degli studenti coinvolti ad affermare che "Studiare un argomento producendo un CD-ROM" è un aspetto positivo.

Quasi a corollario di quanto detto sopra, sottolineerei però come la possibilità offerta dallo sviluppo ipermediale che ho sperimentato, e quindi anche con modalità di lavoro asincrone, renda un corpus ipermediale un sistema ideale per conservare e valorizzare la memoria della ricerca di un gruppo, a prescindere dalla presenza di specifici membri del team di progetto, rendendolo utilizzabile, confutabile, ampliabile, insomma per una preziosa risorsa per altri gruppi in momenti successivi.

Antonio Calvani, in relazione ai progetti didattici che coinvolgono l'authoring multimediale, sottolinea alcuni difetti: *"Nel prodotto finale (l'ipertesto costruito in classe) normalmente non c'è traccia del lavoro degli studenti. Non si sa quanto sia stato opera di un ristretto gruppo di allievi (o magari dell'insegnante stesso), se e come gli studenti abbiano progettato e/o programmato e/o implementato l'ipertesto, come il lavoro sia stato distribuito (gruppi, competenze individuali ecc.), quanto e come abbiano riflettuto sulle scelte principali (aspetto metacognitivo). L'arrivare all'oggetto in sé "prende la mano" rispetto a riflessioni più squisitamente didattiche... Non è stato preallestito alcun sistema di monitoraggio e/o valutazione dell'attività"* (Calvani, 1996, p. 68). Questi difetti, che Calvani ha evidenziato, li ho potuti limitare grazie una corretta organizzazione del lavoro svolto con i due campioni di studenti: la suddivisione dei compiti, la turnificazione dei ruoli, i momenti di discussione tra i

<sup>466</sup> Una mini casa di produzione multimediale.

<sup>467</sup> Ho potuto osservare ciò durante tutta la durata del progetto.

<sup>468</sup> I test somministrati ai diversi campioni hanno evidenziato questo interessante aspetto.

diversi gruppi, la loro cooperazione, l'allestimento di prove e di test in itinere per controllare sia il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento, sia per monitorare l'interazione studente-tutor.

Esistono però anche nel mio approccio "Learning by Doing and Creating" degli aspetti negativi che riassumerei nel seguente modo:

- alto numero di ore lavorative necessarie per potere organizzare e svolgere il progetto<sup>469</sup>;
- forte interdisciplinarietà tra le diverse materie coinvolte nel progetto (nel mio caso: informatica, sistemi, elettronica e la lingua inglese), anche se ciò non è sempre possibile in quanto i docenti devono rispettare lo svolgimento dei programmi ministeriali;
- alta preparazione, nelle discipline tecniche (informatica, sistemi ed elettronica), del docente che sovrintende il progetto.

L'approccio "Learning by Doing and Creating" risulta maggiormente fattibile nelle scuole medie superiori, soprattutto quelle di impostazione tecnico scientifica, dove gli studenti sono abituati a lavorare nei laboratori. A tal riguardo Pier Cesare Rivoltella<sup>470</sup>, in una recente pubblicazione esprime alcune considerazioni sullo sviluppo di ipertesti da parte di allievi delle scuole primarie: *"L'insegnante, infatti, soprattutto nelle fasce di bassa scolarità, finisce per assumere inevitabilmente la funzione di sceneggiatore, regista e montatore del prodotto, con il risultato di inibire proprio quelle dimensioni (creatività, libero apporto dei singoli, costruzione del gruppo) che invece il «fare multimedialità» dovrebbe evidenziare"* (Rivoltella, 2002a, p. 53).

### 3. Effetti della multimedialità sull'apprendimento: verso un modello integrato

Un importante aspetto che ho cercato di verificare è che la multimedialità e la realtà virtuale, utilizzate a supporto di una didattica universitaria tradizionale come descritto nel capitolo 5, diventano degli strumenti che aiutano a ridefinire anche i contenuti della disciplina coinvolta nel processo di modernizzazione didattica (nel mio caso la matematica), permettendo la creazione di un corso specificamente pensato per l'architettura<sup>471</sup>.

L'utilizzo della multimedialità all'interno del mio corso di matematica nella mia spiegazione tutoriale, in particolare l'uso di ipertesti e di ipermedia da me appositamente creati, mi ha permesso di aumentare la curva dell'attenzione da parte degli studenti durante le lezioni teoriche. La mia esperienza in questo campo è in disaccordo con Rivoltella che afferma: *"L'introduzione delle tecnologie didattiche... può ridursi a usare ipertesti nella didattica, senza per altro avviare alcuna riflessione sulle ragioni per cui utilizzare una testualità aperta e pensata sostanzialmente per la navigazione personale in un contesto (quello dell'insegnamento) in cui invece risulta più funzionale un testo chiuso e ordinato a un impiego sequenziale ... Come supporto alla lezione meglio l'audiovisivo, meglio una presentazione su lucidi o tramite Power Point"* (Rivoltella, 2002a, p. 53). Nel mio ambito, gli ipertesti che ho

---

<sup>469</sup> Questo impegno può spaventare molti docenti (ndr).

<sup>470</sup> Pier Cesare Rivoltella è docente di Teoria dell'informazione presso la Facoltà di Lingue e Letterature straniere dell'Università Cattolica di Milano, di Teoria e tecniche delle comunicazioni di massa presso la Scuola in gestione e analisi della comunicazione della stessa università e di Didattica delle scienze dell'educazione presso la Scuola Superiore per Insegnanti Scolastici della stessa università.

<sup>471</sup> Con forti connessioni anche con l'arte.

realizzato hanno una organizzazione gerarchica e una interfaccia grafica “amichevole” che ne permette un facile uso. Questi ipertesti sono stati infatti pensati per due diversi utilizzi:

- Durante la lezione frontale, vengono infatti da me usati in alternativa agli strumenti didattici tradizionali (Lavagna e trasparenti). In questo caso sono io che scelgo quali collegamenti ipertestuali attivare e quali pagine ipertestuali “sfogliare”.
- Durante la fase di studio e di rielaborazione personale dello studente (in questo caso è l’allievo che naviga liberamente, scegliendo il proprio percorso). Non si tratta però di una navigazione disordinata, in quanto l’ipertesto è stato organizzato in modo gerarchico e ha una interfaccia grafica amichevole, che evita agli studenti il problema del “lost in hyperspace” citato più volte da Conklin come uno dei maggiori difetti della navigazione libera all’interno di documenti organizzati in modo ipertestuale (Conklin, 1987).

Per quanto riguarda la qualità dell’apprendimento con il supporto della multimedialità, ho potuto constatare, analizzando i risultati degli esami nei diversi anni accademici, che c’è stato un piccolo incremento del numero dei promossi al primo appello in questi ultimi due anni dove ho utilizzato in modo più elevato i supporti multimediali nella mia didattica. Questa mia considerazione non può però portare ad affermare con sicurezza che ci sia stato un aumento della qualità dell’apprendimento.

I risultati connessi alla sperimentazione che ho denominato “Learning by Doing and Creating”, seppur empirici, sono appoggiati dai risultati di altre ricerche. Ad esempio Liao (1999) ha analizzato 17 variabili per ciascuno dei 46 studi sulla multimedialità riportando un totale di 143 effetti sull’apprendimento, di cui 86 (pari al 60%) erano in favore della multimedialità, 53 (pari al 37%) erano a sfavore e 4 (pari al 3%) erano nulli. Liao conclude che la multimedialità può avere un piccolo, ma positivo effetto sull’apprendimento degli studenti ma aggiunge che: “*Left unanswered is the question of what factors truly affect the diverse outcomes for different types of instructions*” (Liao, 1999, p. 272).

Altri studi evidenziano invece il pericolo del sovraccarico della memoria quando le stesse informazioni sono presentate utilizzando più codici (Kalyuga et al, 1999; Kalyuga, 2000; Kalyuga et al. 2001).

Per quanto riguarda invece la realtà virtuale nella didattica universitaria della matematica in un corso per architetti, ho potuto stabilire una modalità per una corretta applicazione di questa tecnologia che mi vede in accordo con l’approccio stabilito da Veronica Pantelidis<sup>472</sup> (1997). Questa modalità, che è scaturita dalla mia esperienza didattica presso l’Accademia di Architettura di Mendrisio, può essere riassunta nei seguenti nove punti:

1. specificare gli obiettivi del corso;
2. stabilire quali degli obiettivi possono essere conseguiti con una simulazione o con la creazione di un ambiente o di un oggetto virtuale;
3. determinare il livello di realismo richiesto<sup>473</sup>;

---

<sup>472</sup> Veronica Pantelidis è “full professor” presso il College of Education, Department of Broadcasting, Librarianship, and Educational Technology, alla East Carolina University, Greenville, North Carolina USA. E’ co-direttore del Virtual Reality and Education Laboratory. E’ anche co-editor della rivista scientifica *VR in the Schools*.

<sup>473</sup> Questo parametro influirà sul prezzo dell’equipaggiamento necessario per lo sviluppo degli oggetti virtuali.

4. stabilire il livello di interazione che sarà necessario<sup>474</sup>;
5. specificare il tipo di uscita (che influenzerà il tipo di sensori usati)
6. progettare e realizzare l'ambiente virtuale<sup>475</sup>;
7. valutare l'ambiente virtuale attraverso un campione di studenti;
8. elaborare i risultati raccolti nel punto 7
9. modificare l'ambiente virtuale qualora i risultati elaborati nel punto 8 non siano soddisfacenti.

Questa modalità operativa, insieme con le considerazioni di Zoller (1990) e di Winn (1993), mi ha permesso di applicare la realtà virtuale alla mia attività didattica sono nei casi strettamente necessari<sup>476</sup>.

Ho potuto inoltre constatare che questa tecnologia offre degli aspetti positivi che evidenzierò nei seguenti:

- la **forte interattività** che permette di rendere più semplici dei concetti di geometria la cui astrattezza non ne permette una facile spiegazione con gli strumenti tradizionali;
- l'**educazione all'uso di questi strumenti tecnologici** che ne permetterà un corretto utilizzo nei contesti lavorativi dei futuri architetti (ad esempio nella progettazione di musei e luoghi virtuali)<sup>477</sup>.

I nuovi media rappresentano infatti una finestra privilegiata sul mondo e stanno diventando sempre più importanti non solo per il lavoro, ma anche per capire la cultura. La computer illiteracy ben presto diventerà un nuovo tipo di esclusione che equivarrà all'esclusione dalla possibilità di comprendere il mondo esterno.

Tra gli aspetti negativi inerenti del mio approccio alla didattica universitaria della matematica con un elevato utilizzo della multimedialità e della realtà virtuale, evidenzierò:

- l'**alto numero di ore lavorative** necessarie per potere scegliere e organizzare i contenuti multimediali del corso<sup>478</sup>;
- l'**elevato costo per la realizzazione di ambienti di realtà virtuale**, qualora si desideri una buona interattività<sup>479</sup>;
- la **difficile adattabilità del mio approccio ad altri corsi di laurea**. In questa sperimentazione sono stata favorita dal fatto che i contenuti del corso fossero calibrati per una facoltà di architettura. Diversa e molto più difficile sarebbe stata l'integrazione dei nuovi media all'interno di un corso di Analisi 1 in una facoltà di matematica.

<sup>474</sup> Ad esempio realtà virtuale desktop, parzialmente immersiva o immersiva (quest'ultima utilizzerà dataglove, head mounted display, vision eye, etc.).

<sup>475</sup> L'ambiente virtuale può essere realizzato dal docente, dagli studenti o da entrambi. Nel caso del progetto che ho denominato "Pensiero matematico", che ho descritto nel capitolo 5, la maggior parte degli oggetti virtuali li ho realizzati io attraverso l'utilizzo di VRML. Nel caso invece del mio corso di "Computer graphics e nuovi media per il territorio" (4.o anno) i miei studenti realizzano delle visite virtuali all'interno dei loro progetti di Atelier di Progettazione e nelle ricostruzioni territoriali usando VRML e la geometria frattale (per la creazione delle texture e dei paesaggi).

<sup>476</sup> Dove l'astrazione degli argomenti da trattare ne permetteva un uso "intelligente".

<sup>477</sup> Per gli architetti si tratta non solo di utilizzare le tecnologie informatiche in un contesto progettuale (ad esempio il disegno di un edificio o il suo calcolo strutturale), ma di abituarsi all'uso delle nuove tecnologie nella comunicazione e nella presentazione del loro progetto ai committenti.

<sup>478</sup> Vanno infatti visionati documentari, CD-ROM e inseriti nella scaletta delle diverse lezioni.

<sup>479</sup> Questo problema non esiste nel progetto "Pensiero matematico" dove la realtà virtuale è di tipo "desktop", mentre il problema sussiste nel mio corso di Strumenti grafici e nuovi media in quanto è necessario un ambiente virtuale immersivo.

Durante le mie sperimentazioni didattiche che hanno coinvolto la multimedialità, non ho trovato alcun modello che rappresentasse e riportasse gli effetti che questa tecnologia ha sull'apprendimento; per questo motivo alcuni miei approcci sono stati dettati solo dalla mia esperienza nel campo dell'insegnamento. Gli studi e i risultati di ricerche che ho consultato erano spesso empirici, come ad esempio quelli svolti da Kozma (1991), da Bagui (1998) e da Dusick (1998). Esistono anche dei lavori su alcuni aspetti della multimedialità in campo didattico (ad esempio sull'utilizzo delle immagini e dei testi), ma questi lavori sono limitati a sperimentazioni didattiche che coinvolgono un piccolo campione di allievi. Manca un modello integrato degli effetti della multimedialità sull'apprendimento. Di recente Hede (2002) ne ha proposto uno ma è ancora incompleto e non coinvolge tutti gli aspetti, pedagogici e didattici, che sono invece presenti nel processo di apprendimento.

#### 4. Educare nella società dell'informazione

A questo punto è lecita la seguente domanda:

##### ***“Cosa significa educare nella società dell'informazione?”***

In questi anni di ricerca e di sperimentazione dei diversi strumenti informatici e dei nuovi media nella didattica: dall'informatizzazione di base, agli ipertesti per giungere all'uso della multimedialità e della realtà virtuale, ho potuto verificare che il corpo docente va abituato alle nuove tecnologie e che le modifiche in ambito didattico non possono essere repentine e vanno adattate al monte ore di cui dispone ogni docente. Ho spesso incontrato insegnanti che all'inizio avevano quasi un'idiosincrasia nei confronti dei nuovi media e degli strumenti informatici, ma una volta vinti preconcetti e capite le loro potenzialità, sono diventati dei veri e propri difensori dell'uso di questi strumenti nei loro ambienti didattici. Lo sviluppo della tecnologia e degli strumenti informatici sono giunti ad un livello tale di evoluzione, grazie anche alla loro facilità d'uso, che ora gli insegnanti hanno a disposizione mezzi di una potenzialità incredibile, purché vengano ben utilizzati e si abbia la volontà di modificare la propria didattica, mettendosi in gioco. Solo un uso “assennato” dei nuovi media e delle tecnologie informatiche applicate all'ambito della didattica e della formazione potrà portare un valore aggiunto alla didattica. A tal riguardo Hede (2002) conclude il suo lavoro in accordo con le mie considerazioni: *“there are some exaggerated claims about the benefits of multimedia over traditional instruction. The reality is that the new and emerging instructional technologies used by multimedia are only tools – unless they are applied with careful regard to the complex nature of human information processing, they can have a detrimental effect on learning effect on learning. The integrated model has the potential to prove useful in fostering good instructional design that properly accounts for the complex nature of multimedia effects on learning”* (Hede, 2002, p. 187).

Sottolineerei però che i media, tutti i media, dalla carta stampata a Internet offrono una forte opportunità per i soggetti di ripensare al loro rapporto con il sapere e per la scuola di ripensare a se stessa, e in questo caso sono pienamente d'accordo con Rivoltella (2001c) che afferma: *“Se si riconosce che i media contribuiscono a creare un nuovo ambiente modificando il rapporto dei soggetti con il sapere, la scuola, il cui senso è proprio quello di favorire la strutturazione di questo sapere, si trova coinvolta in questo processo”* (Rivoltella, 2002a, p. 61). In questo modo la scuola potrebbe accettare di reinventare se stessa.



Si tratta di una vera e propria rivoluzione copernicana nel modo di impostare la propria didattica. Le linee su cui questa rivoluzione avviene potrebbero essere le seguenti:

- **La trasformazione dell'insegnante** da detentore delle informazioni a “amico critico”. Ciò sta ad indicare che il docente dovrà essere in grado di guadagnare una posizione laterale rispetto ai suoi studenti, assumendo una posizione molto più significativa, attraverso il coaching, l'accompagnamento cognitivo e la produzione di riflessione critica.
- **La trasformazione del lavoro dello studente**, da individuo solo raramente attivo nella comunicazione formativa a vero e proprio protagonista dei propri apprendimenti.
- **La trasformazione del setting dell'aula**, da spazio di erogazione della lezione ad un ambiente didattico entro il quale ogni studente possa porre problemi, discutere e valutare il peso culturale delle tecnologie attraverso la comprensione dei contesti e dei testi;
- **La trasformazione della didattica da “tradizionale” a una “didattica per progetti”**;
- **La trasformazione della classe da gruppo “chiuso” a classe “aperta”**<sup>480</sup>;
- **La trasformazione del ruolo della famiglia all'interno della scuola**, grazie infatti alle nuove tecnologie della comunicazione è possibile un maggiore coinvolgimento delle famiglie nella vita scolastica<sup>481</sup>.

Queste trasformazioni, necessarie per rendere competitiva la scuola, possono essere aidate dall'autonomia scolastica (organizzativa e didattica), che in Italia sta diventando una realtà (Rivoltella, 1997; Frabboni, 1999).

### **“Ma quale sarà la scuola del domani?”**

Secondo Derrick De Kerckhove un aspetto affascinante che l'informatica e le reti telematiche hanno introdotto è il concetto di intelligenza collettiva che troverà applicazione nella scuola del futuro, come lui stesso afferma<sup>482</sup>: *“Ieri i libri facevano andare la mente in modo più rapido, oggi i libri fanno andare la mente piano, perché la radio, la televisione, ed i computer sono più veloci. Ma la cosa nuova è che i computer stanno facendo andare molte menti associate in modo più veloce, in opposizione alla mente singola. I computer più il telefono sono intelligenza collettiva. L'intelligenza collettiva cambia la natura dei nostri processi mentali e ci permette di dipendere maggiormente dalla nostra rete per prendere una decisione, per creare assieme ad altri, per scoprire ogni genere di cose. I cambiamenti sono dovuti al fatto che non solo una singola mente, ma molte menti divengono parte del network. La memoria oggi non è più nella testa, è sempre più condivisa con altri. Alla base la rete, Internet, è un enorme disco globale, è un enorme disco fisso o un enorme CD ROM. È multimediale, e ha preso ogni cosa”*.

---

<sup>480</sup> Si può ipotizzare che le nuove tecnologie facilitino gli studenti della scuola superiore a scegliere i loro percorsi formativi. La classe non sarà più chiusa e formata con i criteri stabiliti dalla segreteria della scuola, bensì saranno gli studenti a scegliere le materie da frequentare.

<sup>481</sup> Ad esempio attraverso le basi di dati consultabili on-line, molte scuole permettono già alle famiglie di controllare, il profitto scolastico del proprio figlio utilizzando Internet, tramite una accesso protetto da password. Questa impostazione tutela la privacy ma rende molto più trasparente sia le misurazioni che le valutazioni scolastiche di ogni allievo.

<sup>482</sup> Intervista a Derrick De Kerckhove (Napoli, 23 giugno 1995): *La mente umana e le nuove tecnologie della comunicazione*. Il testo dell'intervista è disponibile in rete all'indirizzo:  
<http://www.mediamente.rai.it/biblioteca/biblio.asp?id=110&tab=int>

In relazione invece ai cambiamenti che la scuola subirà nel prossimo futuro, Seymour Papert afferma<sup>483</sup>: *“Non possiamo cambiare la scuola dall'oggi al domani; non si può realizzare un mega-cambiamento dall'oggi al domani; si possono solo fare piccoli cambiamenti. Ma dobbiamo smettere di pensare che questi piccoli cambiamenti facciano fare pochi progressi al sistema così come lo conosciamo. Bisogna pensare ai piccoli cambiamenti come passi verso il grande cambiamento che avverrà. Dobbiamo sapere in che direzione sta andando, e poi come prepararlo. E io penso che il miglior modo per farlo è quello di creare, all'interno delle scuole, delle situazioni in cui i ragazzi seguono le loro passioni col cuore, portano avanti progetti a cui sono veramente interessati, fanno scoperte prendendo da Internet le informazioni di cui hanno bisogno, lavorano insieme, realizzano cose difficili. L'insegnante li consiglia, li guida. L'insegnante deve quindi abituarsi all'idea di rispettare gli alunni in quanto persone che imparano, di riconoscere che essi producono le loro stesse conoscenze, che la vecchia aspirazione che molti pedagoghi avevano avuto che i ragazzi possano imparare sperimentalmente facendo cose che per loro sono veramente importanti, alla fine, possiamo immaginare di realizzarla in questo modo. Questo discorso riguarda le vecchie concezioni ben radicate su come vorremmo che i ragazzi imparassero, e la tecnologia rende possibile la realizzazione dei sogni dei vecchi pedagoghi. Prima ci accorgiamo che in futuro la scuola sarà completamente diversa meglio sarà, e prima abbiamo il coraggio di fare grandi passi meglio sarà. Ma non credo che potremo sapere come sarà veramente tra venti o trent'anni. Sarà un'evoluzione della società, non è possibile sapere cosa farà la storia. Persone creative faranno sempre cose che ci sorprenderanno. Il nostro grande ruolo è - se vogliamo pensare al futuro- far sì che l'umanità abbia la libertà e la fiducia di esplorare in nuove direzioni. Quello che è veramente grave del sistema scolastico è che non permette al singolo insegnante o al singolo studente di esplorare liberamente in nuove direzioni l'insegnamento e l'apprendimento.”*

Condivido le considerazioni di Papert, in questi anni di ricerca ho sperimentato, qualche volta in modo empirico; ho valutato i miei approcci didattici con i nuovi media e le nuove tecnologie su diverse classi campione; ho cercato anch'io di rivoluzionare la mia didattica in modo da portare un piccolo valore aggiunto all'interno della scuola; e qualche volta ho anche fallito...

Ma come scrive Rivoltella: *“L'insegnante, nell'età dell'informazione, deve avere il coraggio di osare e fallire: credo che sia un programma provocatorio ma suggestivo”* (Rivoltella, 2002b, p. 53).

Solo così potremo costruire la scuola del terzo millennio.

### **Ultimi lavori di Nicoletta Sala scaturiti da questa esperienza**

New Media, Internet, Learning, and Communication. *Proceedings of 6<sup>TH</sup> WORLD MULTICONFERENCE ON SYSTEMICS, CYBERNETICS AND INFORMATICS (SCI 2002) Vol. VIII*, Orlando, Florida, pp. 529 - 534

---

<sup>483</sup> Intervista a Seymour Papert (New York, 4 aprile 1998): *Come sarà la scuola del prossimo millennio*. Il testo dell'intervista è disponibile in rete all'indirizzo:  
<http://www.mediamente.rai.it/biblioteca/biblio.asp?id=261&tab=int>

The Internet in Education: Two Different Examples. *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, & Higher Education E-Learn 2002*, Montreal, Quebec, Canada, pp. 2125-2128

La realtà virtuale come strumento per la didattica della fisica e della matematica. *Atti del Congresso Nazionale Mathesis 2002* (In stampa)

New Media, And Virtual Reality To Create Different Learning Environment. *Proceedings International Conference on Information and Communication Technology in Education ICTE 2002*, Badajoz, Spagna, pp. 1369-1373

Hypermedia Modules for Distance Education and Virtual University: Some Examples. *Journal of Distance Education Technologies*, 1(1), 2003, pp. 78-95

The Role of New Technologies To Support The Teaching And The Learning Of Mathematics. Apparirà su: *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*. Numero speciale dedicato a Technological Support for New Educational Perspectives, 2003, pp. 303-317

La multimedialità per nuovi modelli didattici, *IS Informatica e Scuola*, anno XI, numero 4, 2003, pp. 12 – 13.

Multimedia in Education: an overview, *Proceedings Ed-Media 2003 (World Conference on World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Educational Telecommunications)*, Honolulu, USA, 2003, pp. 341-345

Multimedia and Virtual reality in Educational Environments, *Proceedings International Conference on Education and Information Technology Systems: Technologies and Applications (EISTA'03)*, Orlando, USA, 2003, pp. 483-488

Malpica F, Tremante A. e Sala N. (eds.) (2003). *Proceedings International Conference on Education and Information Technology Systems: Technologies and Applications (EISTA'03)*, Orlando, USA

Sala N. & Cappellato G. (2003). *Viaggio matematico nell'arte e nell'architettura*. Franco Angeli, Milano.

Informatica, Internet e nuovi media nella didattica: scenari passati, presenti e futuri. *Didattica delle Scienze*, numero speciale dedicato al centenario, n. 232, 2004, pp. 45-50.

Sala N. & Cappellato G. (2004). *Architetture della complessità: la geometria frattale tra arte, architettura e territorio*. Franco Angeli, Milano.

## Bibliografia

AA. VV. (1988). Reti di Classe: Sperimentazione della Rete Didattica Olivetti-Classnet. McGraw-Hill, Milano.

Ambrose D. (1991). The effects of hypermedia on learning. In *Educational Technology*, pp. 51-55.

Antonietti A., Imperio E., Rasi C. & Sacco M. (1999). Virtual Reality in Engineering Instruction: In Search of the Best Learning Procedures, *Proceedings World Conference on Multimedia, Hypermedia & Telecommunications ED-MEDIA 99*, Seattle, Washington, USA; pp. 663 - 668.

Antonietti A., Imperio E., Rasi C. & Sacco M. (1998). Acquisition of declarative and procedural knowledge in engineering education through hypermedia and virtual reality: an experimental study on students' learning of the structure and functioning of a turning lathe. Alvegard C. (ed.), *Computer aided learning and instruction in science and engineering*. 4th international conference, Calisce '98, Goteborg, Germania, pp. 441-444.

Backer P. (2000). Training students to become web authors: Evaluation of a training model. *Proceedings World Conference Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications ED-MEDIA 2000*, Montreal, Quebec, Canada, pp. 1214 – 1215.

Baggett P. & Ehrenfeucht A. (1982). Information in content equivalent movie and text stories. *Discourse Processes*, 5, pp. 73 - 99

Bagui S. (1998). Reason for increased learning using multimedia. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 7(1), 3 – 18.

Banaudi G., Caviglia F. & Trentin G. (1993). *SAXOPHONE: sistema telematico per l'assistenza e il monitoraggio delle attività sperimentali nell'ambito del Piano Nazionale 2 (Ministero Pubblica Istruzione)*, Technical Report ITD/CNR n. 1/93.

Barchechath E. (1996). La progettazione dei sistemi formativi a distanza dal punto di vista economico, pedagogico e organizzativo. Garito M.A., *La multimedialità nell'insegnamento a distanza*, Garamond, Roma, pp. 89 - 93.

Barozzi G. C. (1995). I segni della matematica. In margine ad un'esperienza televisiva. Garito M.A (a cura di). *Multimedia and Distance Learning for Science and Technology*. Garamond, Roma, pp. 155 – 160.

Beagles-Roos J. & Gat I. (1983). Specific impact of radio and television on children's story comprehension. In *Journal of Educational Psychology*, 75 (1), 128 - 137

Beaufils D. & Salamé N. (1989). Quelles activités expérimentales avec les ordinateurs, dans l'enseignement des sciences?, *Aster*, n. 8.

Bell G., Parisi A. & Pesce M. (1994). *VRML, The Virtual Reality Modeling Language version 1.0 specification*. Disponibile all'indirizzo:  
<http://www.hyperreal.com/~mpesce/vrml/vrml.tech/vrm110-3.html>

Bellucci S. (1994) *L'ipermedialità*, Edizioni Forcom, Roma.

Bloom B.S. (1956). *Taxonomy of Educational Objective. The classification of Educational Goals*, McKay Company, New York.

Boettcher J. (Ed.) (1993). *101 success stories of information technology in higher education: The Joe Wyatt challenge*. McGraw-Hill, New York.

Bolter J. D. (1993). *Lo spazio dello scrivere. Computer, ipertesti e storia della scrittura*. Vita e Pensiero, Milano.

Bork A. (1985). *Personal computers in education*, Harper and Row, New York.

Borsook T.K. & Higginbotham-Wheat N. A (1992) Psychology of Hypermedia: A Conceptual Framework for Research and Development. Paper presented at the annual meeting of the Association for Educational Communications and Technology, Washington, D.C.

Brown B. (2000) The Theory of Hypertext, *WebNet Journal*, Vol. 2, n. 1, pp. 46 - 51.

Brown D. E. (1992). Using Examples and Analogies to Remediate Misconceptions in Physics: Factors Influencing Conceptual Change, *Journal of Research in Science Teaching*, 29, (1), 1992, 17-34.

Brown D. J., Cobb S. V. G. & R. M. Eastgate (1995) Learning in Virtual Environment (LIVE), *Virtual Reality*, Academic Press, San Diego, pp. 245 – 252.

Brown J. R. (1997) Visualization and Scientific Applications. In Earnshaw W. R., Vince J., Jones H. (Eds.) *Visualization & Modeling*, San Diego: Academic Press, pp.1- 11.

Brown, J. S. (2000) . Growing Up Digital: How the Web Changes Work, Education, and the Ways People Learn. *Change*, March-April 2000, pp. 11-20.

Bruner J. (1990). *Acts of Meaning*, President and Fellows of Harvard College, Harvard (Trad. It., *La ricerca del significato. Per una psicologia culturale*, Bollati Boringhieri, Torino (1992)).

Bush V. (1945) As we may think. *The Atlantic Monthly*, luglio.

Byrne C. M. (1996). *Water on Tap: The Use of Virtual Reality as an Educational Tool*. Ph.D. Dissertation. University of Washington, Seattle, WA.

Calvani A. & Rosso L. (1994). *Informatica per educatori: Introduzione all'uso del computer nella formazione umanistica*. Garamond, Roma.

Calvani A. (1996) *Multimedialità nella scuola*, Garamond, Roma

Calvani A. (1996). Multimedialità nella scuola, orientamenti operativi. In Calvani A. (a cura di) *Multimedialità nella scuola*. Garamond, Roma, 60 – 79.

Calvani A. (2000). I nuovi media nella scuola: verso una “saggezza tecnologica”. In *L'educazione multimediale nella scuola dell'autonomia*, «Docete», Quaderni FIDAE, 18, luglio 2000, 137 – 152.

Calvi L. (1997). Navigation and Disorientation: A Case Study. In *Jl. of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6 (3/4), pp. 305 – 320.

Campbell D. & Stanley J. (1966). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Rand McNally, Chicago.

Cangia C.(2001). *Teoria e Pratica della Comunicazione Multimediale*. Tuttoscuola, Roma.

Caputo A.M. (1989). *Computers in Education, Ricerca operativa*, n. 3/4, CEDE, Frascati.

Casadei G., Cupini P. & Palareti A. (1989). *Informatica per le discipline umanistiche*. Zanichelli, Bologna.

Castelli C., Colazzo L. & Mich L. (1990). Lost in the Hyperspace: Strutture ipertestuali e variabili soggettive. In *Atti di Didamatica 90*, Tacchi Editore, Pisa.

Castelli C., Colazzo L. & Molinari A. (1998). Cognitive Variables and Patterns of Hypertext Performances: Lessons Learned for Educational Hypermedia Construction. In *Jl. Of Educational Multimedia and Hypermedia 7(2/3)*, pp. 177 – 206.

Catarsi R. (1996). Il Piano Nazionale Informatica: appunti ed esperienze di insegnanti. In Calvani A. (a cura di) *Multimedialità nella scuola*. Garamond, Roma, pp. 209 – 213.

Cecconelli A. & Tomassini A. (1993) *Trasmissione dell'informazione: dalla telegrafia e telefonia di base ai servizi telematici*. Calderini, Bologna.

CEE (1993). Insegnamento aperto e a distanza nella CEE, *TD Tecnologie Didattiche*, vol. 1, n. 2.

Cesareni D. (1995). *Iper testi e apprendimento: la sperimentazione su Ecolandia*, Garamond, Roma (1995).

Cesareni D. (1996). Usi di ambienti ipertestuali per attività di studio nella scuola superiore. In Calvani A. (a cura di) *Multimedialità nella scuola*, Garamond, Roma, pp. 160 – 174.

Chambel T. (2000). Educational Application of Hypervideo. In Proceedings World Conference Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications ED-MEDIA 2000, Montreal, Quebec, Canada, p. 1773

Chang S.K., Tortora G., Guercio A. & Bing Yu (1987). Icon Purity - Toward a Formal Theory Icons. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, Vol. 1, No. 3&4, pp. 377-392.

Checkland P.B. (1979). Techniques in 'Soft' Systems Practice Part 1: Systems Diagrams - Some Tentative Guidelines. *Journal App. Systems Analysis*, 6, pp. 33 -49.

Chou C. & Lin H. (1998). The Effect of navigation Map Types and Cognitive Styles on Learner's Performances in a Computer-Networked Hypertext Learning System . In *Jl. Of Educational Multimedia and Hypermedia 7(2/3)*, pp. 151 – 176.

Clark R. E. & Craig T. G. (1992). Research and theory on multimedia learning effects. In Giardina (Ed.), *Interactive multimedia learning environments. Human factors and technical considerations on design issues*, Springer, Hildelberg, pp. 19 – 30.

Codonesu F. & Panzeri G. (1988). *Matematica con Lotus 1-2-3: Modelli e Soluzioni*. Gruppo editoriale Jackson, Milano.

Codonesu F. & Sala N. (1989) Registro di classe. *Informatica Telematica e Scuola*, anno III, n° 4/5, casa Editrice McGraw-Hill, Milano, pp. 74 – 87.

Codonesu F. & Sala N. (1990) Problem Solving Microlab; un supporto all'insegnamento dell'elettronica. *Informatica Telematica e Scuola*, anno IV, n° 6, casa Editrice McGraw-Hill, Milano, pp. 81– 86.

Cognition and Technology Group at Vanderbilt-CTGV (1991). Some Thoughts About Constructivism and Instructional Design, *Educational Technology*, September, pp. 16 - 18.

Conklin J. (1987). Hypertext: An Introduction and Survey. *Computers*, 2(9), pp. 17- 41.

Contigiani B. (1986). E' il momento del registro elettronico (Intervista a Giovanni Degli Antoni). *Compu Scuola*, n. 10, Gruppo editoriale Jackson, Milano, pp. 12 - 14

Cross R. A. & Hanson A. J. (1994). Virtual reality performance for virtual geometry, *Proceedings Visualization '94*, Washington DC, Oct. 1994, pp. 156 – 163.

Cullen D. (1996). Sviluppo e valutazione delle nuove forme di apprendimento flessibile a distanza: il caso DELTA. Garito A. M. (a cura di) *La multimedialità nell'insegnamento a distanza*. Garamond, Roma, pp.47 – 61.

Cunningham D.J. (1991). *Assessing Construction and Constructing Assessments: a Dialogue*, Educational Technology, vol. 31, n. 5.

Davies D. (1996). La Progettazione di Reti Elettroniche per la Formazione alla Multimedia Teleschool. Garito A. M. (a cura di) *La multimedialità nell'insegnamento a distanza*. Garamond, Roma, pp. 63 – 73.

De Kerckhove D. (1991). *Brainframes. Technology, mind and business*, Bosch & Keuning, Utrech (Trad. It., *Brainframes. Mente, tecnologia, mercato*. Baskerville, Bologna (1995)).

De Kerckhove D. (1995). *La mente umana e le nuove tecnologie della comunicazione*. Intervista rilasciata a Napoli il 23 giugno 1995 per la trasmissione della RAI intitolata *Mediamente*. Il testo è disponibile in rete all'indirizzo:  
<http://www.mediamente.rai.it/biblioteca/biblio.asp?id=110&tab=int>

Dede C.J. (1992). The future of multimedia: Bridging to virtual worlds. *Educational Technology*, 32(5), pp. 54 - 60.

Degli Antoni G. (1991). *Realtà artificiale: una silenziosa rivoluzione cognitiva – Rapporto Interno 81/90*, Milano: Università Degli Studi.

Deutsch M. (1962). Cooperation and trust: Some theoretical notes. In M. R. Jones (Ed.), *Nebraska symposium on motivation*, Lincoln, NE: University of Nebraska Press, pp. 275 – 319.

Dillenbourg P., Baker M., Blaye A. & O'Malley C. (1994). *The Evolution of Research on Collaborative Learning*. Disponibile all'indirizzo:  
<http://tecfa.unige.ch/tecfa/research/lhm/ESF-Chap5.text>

Dusick D. M. (1998). The learning effectiveness of Educational Technology: What Does That Really Mean? *Educational Technology Review*, n. 10, 10 – 12.

Engeli M. (1996). Agents – Enhanced Reality. Schmitt G., *Architektur mit dem Computer*, Vieweg Verlag, Wiesbaden, pp. 110 - 111.

Ferraris M., Midoro V., Olimpo G. (1985). *Il computer nella didattica*. SEI, Torino.

Fierli M. (1990). *L'informatica nella scuola italiana, Ricerca operativa*, n. 3/4, CEDE, Frascati.

Fiske J. (1990) *Introduction to Communication Studies*, Routledge, New York.

Frabboni F. (1999). *Didattica generale. Una nuova scienza dell'educazione*, Bruno Mondadori, Milano.

Frau E., Midoro V. & Pedemonte G. M. (1991). Sistemi ipermediali e apprendimento: alcuni esempi della sperimentazione del sistema terremoti. *Golem*, n. 5, pp. 10 – 16.

Galliani L. (1995) Ambiente multimediale di apprendimento: processi di integrazione e processi di interazione. In Ghislandi P. (a cura di), *Oltre il multimedia*, Franco Angeli, Milano, pp. 157 – 170

Gallino L. (1991). *Informatica e scienze umane*. Angeli, Milano.

Gallippi A. (1989). Storia dei calcolatori. In *Manuale di Informatica*. Tecniche Nuove, Milano, pp. 20/1 - 20/19

Gambini A. & Giordano E. (1996). Laboratori in Rete: telecomunicazione e formazione dei docenti sul progetto e presentazione di uno strumento di diffusione. *Atti convegni e tavole rotonde Inforscuola 96*, Hugony Editore, Milano.

Garassini S. (1999). *Dizionario dei new media*. Raffaello Cortina Editore, Milano.

Gardner H. (1991). *The Unschooled Mind. How Children think and How Schools Should Teach*, Basic Books, New York (Trad. It., *Educare al comprendere*, Feltrinelli Milano (1993))

Garito A. M. (1996). L'insegnamento a distanza oggi: nuove tecnologie e nuovi metodi analisi di un modello. Garito A. M. (a cura di) *La multimedialità nell'insegnamento a distanza*. Garamond, Roma, pp. 3 – 45.

Garnett P. J. & Treagust D. F. (1992) Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells, *Journal of Research in Science Teaching*, 29, (10), pp. 1079-1099.

Garzotto F., Mainetti L. & Paolini P. (1996). Navigation in Hypermedia Applications: Modelling and Semantics. *Journal of Organisational Computing and Electronic Commerce*, 6 (3), pp. 211 - 238.

Garzotto F., Mainetti L. & Paolini P. (1995) Hypermedia Design, Analysis and Evaluation Issues. *Communications of the ACM*, Special Issue on Hypermedia Design, August.

Gasparetti M. (1997). *Il computer in classe*. Garamond, Roma.

Gates W. (1993). The promise of multimedia. *The American School Board Journal*, pp. 35 – 37.

Gay E. (1994). Is Virtual Reality a Good Teaching Tool?, *Virtual Reality Special Report*, Winter, 51 – 59.

Gay G. (1996) *CSILE (Computer-Supported Intentional Learning Environments)*. Disponibile all'indirizzo: <http://www.oise.utoronto.ca/~ggay/csile.htm>

Gervai J. P., Popovici M., Ramdani M., El Kalai O., Boskoff V. & Tisseau J. (2002). Virtual Environments for Children, *Proceedings International Conference on Computers and Advanced Technology Education (CATE)*, Cancun, Messico, pp. 416 – 420



- Gibson, W. (1994). *Neuromancer*. Ace, New York.
- Grande S. (1993). Telematica ed aggiornamento a distanza: LarioBBS. *Atti di Didamatica '93*, pp. 567-572.
- Greefield P. M. (1987). Electronic technologies, education, and cognitive development. In *Rassegna di Psicologia*, n. 2/3.
- Green J. (1998). *La nuova frontiera delle comunicazioni*, Oscar Mondadori, Milano
- Griffiths A. K. & Preston K. R. (1992). Grade-12 Students' Misconceptions Relating to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (6), pp. 611-628.
- Groff J. F. (1992). World- Wide Web: global hypertext coming true. *Network Services Conference*, Pisa, 3-5 novembre 1992.
- Gudzial M. (1997). *Constructivism vs. Constructivism vs. Constructionism*, disponibile all'indirizzo Internet: <http://gudzial.cc.gatech.edu/Commentary/construct.html>
- Gudzial M. (1997b). Information Ecology of Collaborations in Educational Settings: Influence of Tool. In *Proceedings of Computer Supported for Collaborative Learning 1997*.
- Gudzial, M., Rappin, N., & Carlson, D. (1995). Collaborative and multimedia interactive learning environment for engineering education. In *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing 1995* (pp. 5-9). Nashville, TN: ACM Press.
- Harel I & Papert S. (1991) (eds.) *Constructionism*, Ablex, Norwood, New Jersey.
- Hasebrook J. P. (1999). Searching the Web Without Losing the Mind: Traveling the Knowledge. In *WebNet Journal*, vol. 1, n. 2, pp. 24 – 32.
- Hede A. (2002). An Integrated Model of Multimedia Effects on Learning. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 11(2), pp. 177- 191.
- Hiltz S.R. (1988). Collaborative Learning in a Virtual Class, *Proceedings of the International Conference on CSCW*, Portland.
- Isakowitz T. & Turing M. (1995). *Methodologies for Designing and Developing Hypermedia Applications*. Tomas Isakowitz & Manfred Turing (Eds.), Centre for research in Information Systems, New York University.
- Jackson R. L., Taylor W. & Winn W. (1999). Peer Collaboration And Virtual Environments: A Preliminary Investigation Of Multi-Participant Virtual Reality Applied In Science Education, *Proceedings World Conference on Multimedia, Hypermedia & Telecommunications ED-MEDIA 99*, Seattle, Washington, pp. 1050 – 1055.
- Jacobson L. (1994). *Garage Virtual Reality*. Sams, USA.
- Johnson A., Roussos M., Leigh J., Barnes C., Vasilakis C., Moher, T (1998). The NICE Project: Learning Together in a Virtual World. *Proceedings of VRAIS '98*, Atlanta, Georgia, March 14-18, pp.176-183.
- Johnson D. W. & Johnson R. T. (1994). *Learning Together and alone, Cooperative, Competitive and Individualistic Learning*, 4<sup>th</sup> edition, Allyn & Bacon, Boston.

Johnson D. W. & Johnson R. T. (1989). *Cooperation and competition: Theory and research*. Edina, MN: Interaction Book Company.

Johnson D.W., Johnson R.T. & Holubec E.J. (1993). *Cooperation in the Classroom* (6<sup>th</sup> ed.). Interaction Book Company, Edina, MN.

Johnstone A.H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, pp. 75-83.

Jonassen D.H. & Grabinger R.S. (1990). Problem and Issues in Designing Hypertext/Hypermedia for Learning. Jonassen D.H. & Mandl H. (Eds.), *Designing Hypermedia for Learning*, Nato Series, vol. 67, pp. 3 – 25.

Jonassen D.H. (1991). Evaluating Constructivistic Learning. *Educational Technology*, September, pp. 28-33.

Jonassen D.H. (1994), Thinking Technology, *Educational Technology*, April, pp. 34 – 37

Jonassen D.H., Madl H. (eds.) (1990). *Designing hypermedia for learning*. Berlin Springer - Verlag Berlin Heidelberg.

Jonassen D.H. (1989). *Hypertext/Hypermedia*, Englewood Cliffs (N.J.), Educational Technology Publications.

Jonassen D.H. (1995). Supporting Communities of Learning with Technology: A Vision for Integrating Technology with Learning in Schools. *Educational technology*, 35(4), pp. 60-63.

Kalyuga S. (2000). When using sound with a text or picture is not beneficial for learning. *Australian Journal of Educational Technology*, 16(2), pp. 161 – 172. Disponibile dal 13 maggio 2002 all'indirizzo: <http://cleo.murdoch.edu.au/ajet/ajet16/kalyuga.html>.

Kalyuga S., Chandler P. & Sweller J. (1999). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 13, pp. 351 – 371.

Kalyuga S., Chandler P. & Sweller J. (2001). *Why text should not be presented simultaneously in written and auditory form*. Unpublished manuscript, University of New South Wales, Australia.

Kaye A.R. (1994). Apprendimento di tipo collaborativo basato su computer, TD Rivista di Tecnologie Didattiche, n. 4, pp 9-21.

Kearsley G. (1998). *Theory Into Practice (TIP) Database*. Disponibile all'indirizzo: <http://www.gwu.edu/~tip/>.

Kelly b. (1997). *Beyond browsing and authoring: future developments on the Web*. Earnshaw R. & Vince J. (eds.) *The Internet in 3D Information, Images and Interaction*, Academic Press, San Diego, pp. 19 - 37.

Kim J. H., Park S.T., Lee H., Yuk K. C. & Lee H. (2001). Virtual Reality Simulations in Physics Education. *Proceedings World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications EDMEDIA 2001*, Tampere, Finland, 2001, pp. 964 – 965.

Kozma, R. B. (1991). Learning with Media. *Review of Educational Research*, Summer 1991, vol. 61, 2, pp. 179 - 211.

Krueger M. (1991). *Artificial Reality II*. Addison – Wesley, New York.

Kumar V. S. (1996). Computer Supported Collaborative Learning: Issues for Research. In *8<sup>th</sup> Annual Graduate Symposium on Computer Science, University of Saskatchewan*. Disponibile all'indirizzo:

<http://www.cs.usak.ca/grads/vsk719/academic/890/project2/project2.html>

Kurman D., Elte N. & Engeli M. (1997). Real Time Modeling with Architectural Space. In Junge R. *CAAD Future 1997*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, pp. 809 – 819.

Lange D.B. (1996). An Object-Oriented Design Approach for Developing Hypermedia Information Systems. *Journal of Organisational Computing*, October.

Lardellier P. (2001). Entretien avec Marc Augé, Jacques Perriault et Yves Winkin : *Anthropologie et communication, MEI «Médiation et information»*, n° 15, pp. 7-16 ;

Lee Y. J., Lee H. J., Ma W.H. & Du D.H.C. (1998). Design of the Network-Based Hypermedia Learning Environment. *International Journal of Educational Telecommunications*, Volume 4, Number 2/3, pp. 197 – 218.

Levin, J., Waugh, M. & Chung, H.K. (1992). Activity Cycles in Educational Electronic Networks. *Interactive Learning Environments*, vol. 2, n. 1, pp. 3-13.

Levinson P. (1989). Connected Education: Progress Report from the front Lines of Higher Learning, *Online Journal of Distance Education and Communication*, University of Alaska Southeast, Juneau, Alaska.

Levy P. (1997). *Cyberculture. Rapport au Conseil de l'Europe*, Odile Jacob, Paris (trad. it. *La cybercultura. Gli usi sociali delle NTI*, Feltrinelli, Milano, 1999)

Liao Y. (1999). Effects of hypermedia on student' achievement: a meta-analysys. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8(3), pp. 255 – 277.

Linn M. C. & Songer N. B. (1988) *Cognitive research and instruction: incorporating technology into science curriculum*, Unpublished manuscript, Berkeley, University of California, Computer as Lab Partner Project.

Loughlin T. W. (1993). Virtual Relationship: The Solitary World of Computer Mediated Communication. *Interpersonal Computing and Technology*, vol.1, n.1.

Manicone F. & Mazzetti R. (1996) *Sistemi 3*. Tramontana, Milano.

Maragliano M. (1994). *Manuale di didattica multimediale*, Edizioni Laterza, Bari.

Maragliano M. (1998). *Nuovo manuale di didattica multimediale*, Edizioni Laterza, Roma.

Maragliano R. & Vitali L. (1989). *Videoscrivere in classe*. Editori Riuniti, Roma.

Martini G. (1993). Iper testo. Note per una grammatica del linguaggio ipertestuale e ipermediale. *Atti dello Stage Nazionale del Movimento di Cooperazione Educativa "Pensare, giocare, comunicare con ipertesti"*, Carpi, 1 - 3 aprile 1993

Marucci G. (1995). *Simulazioni al computer, applicazioni nella didattica delle scienze e sviluppo cognitivo*, Garamond, Roma.

Mason R. (1988), *The Use of Computer Mediated Communication for Distance Education at the Open University*, British Open University, Milton Keynes, Regno Unito.

Masterman L (1997). *A scuola di media. Educazione, media e democrazia nell'Europa degli anni '90*, traduzione it., la Scuola, Brescia.

Mayes T., Kibby M. & Anderson T. (1990). Learning about learning from hypertext. In D. H. Jonassen & H. Mandl (Eds.), *Designing hypermedia for learning*. Springer - Verlag, Berlin - Heidelberg, pp. 227 - 250.

McAleese R. (1991). The acquisition and representations of domain specific knowledge using notecards. In R. McAleese (Ed.), *Hypermedia courseware structures of communication and intelligent help*, Spring-Verlag, Berlin, pp. 11 – 18.

McLuhan M. & Fiore Q. (1967) *The Medium is the Message*, Bantam, New York (Trad. it. *Il medium è messaggio*, Feltrinelli, Milano (1968)).

McLuhan M. (1951). *La sposa meccanica*, Sugarco, Milano.

McLuhan M. (1964). *Gli strumenti del comunicare*, Il Saggiatore, Milano.

Mead C., Conway L. (1980). *Introduction to the VLSI System*. Addison-Wesley, Mass.

Mendes E. (2000) How Adequate are Hypermedia Systems, Model and Methodologies to Education? In *Proceedings World Conference Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications ED-MEDIA 2000*, Montreal, Quebec, Canada, pp. 685-692.

Millar R. (1991). Why is science hard to learn? *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, pp. 66-74.

Miyake N. (1986). Constructive Interaction and the Iterative Process of Understanding. In *Cognitive Science*, 10, pp. 151-177.

Morcellini M. & Fatelli G. (1994). *Le scienze della comunicazione*, NIS, Roma.

Nanni M., Ortolani G. & Tinarelli F. (1993). Kidslink: ragazzi in rete, *TD Tecnologie Didattiche*, vol. 1, n. 2.

Negroponte N. (1995). *Information Superhighways: Multimedia Users and Futures (Computers and People Series)*. Stephen J. Emmott.

Negroponte N. (1995). *Esseri digitali* (trad. ital.) Sperling & Kupfer, Milano.

Nelson T. (1990). *Literary Machines 90.1.*, Swarthmore, Theodor H. Nelson (Trad. it. *Literary Machines 90.1.*, Franco Muzio Editore, Padova (1992)).

Nielsen J. (1990). Evaluating Hypertext Usability. In Jonassen D.H. & Mandl H. (eds.) *Designing Hypermedia for Learning, NATO ASI Series, Series F*, vol. 67, Berlin Springer - Verlag Berlin Heidelberg, pp. 147 - 168.

Norton P. (1988). In search of a computer curriculum. *Journal of Educational Technology*, n. 3.

Olimpo G. (1995). Note sulla progettazione del software didattico multimediale. In Ghislandi P. (1995). *Oltre il multimedia*, Franco Angeli, Milano.

Olson D. R. (1977). *Linguaggi, media e processi educativi*, Loescher, Torino.

Ott M., Ratti D. & Tavella M. (1988). *Italiano col computer*. Zanichelli, Bologna.

Pantelidis V.S. (1997). Virtual Reality (VR) As an Instructional Aid: A Model for Determining When to Use VR. ). Disponibile all'indirizzo:: <http://www.coe.ecu.edu/vr/vredmod.html>

Paolucci R. (1998). The Effects of Cognitive Style and Knowledge Structure on Performance Using a Hypermedia Learning System In *Jl. Of Educational Multimedia and Hypermedia* , 7(2/3), 123 – 150.

Papert S. (1980). *Mindstorms*. Basic Books, New York (trad. it. (1984). *Mindstorms*. Emme, Milano)

Papert S. (1993). *The Children's Machine. Rethinking School in the Age of the Computer*. Basic Books-Harper Collins, New York.

Papert S. (1998). *Come sarà la scuola del prossimo millennio*. (): Intervista rilasciata a New York il 4 aprile 1998, per la trasmissione della RAI intitolata *Mediamente*. Il testo è disponibile in rete all'indirizzo:  
<http://www.mediamente.rai.it/biblioteca/biblio.asp?id=261&tab=int>

Park I. & Hannafin M.J. (1993). Empirical-based guidelines for the design of interactive multimedia. *Educational Technology Research and Development*, 41(3), pp. 63 – 85.

Pellerey M. (1986). *Informatica: fondamenti culturali e tecnologici*. SEI, Torino.

Penna M. P., Pessa E. (1996). *Le Interfacce Uomo-Macchina*. Di Renzo Editore, Roma.

Perriault J. (1996), *La communication du savoir à distance*, L'Harmattan, Paris.

Perriault J. (2002) *Éducation et nouvelles technologies. Théorie et pratiques*, Nathan Université.

Piaget J.(1989). *Cos'è la psicologia*, Newton, Roma.

Piaget, J. (1965). *Les études sociologiques*. Genève, Droz.

Pilgrim C. J. & Leung Y. K. (1999). Site Maps - Where are we now? In *Proceedings Book World Conference on WWW and Internet - WEBNET 99*, Honolulu, 24 - 30 October 1999, Edited by Paul de Bra & John Leggett Printed in the USA, pp. 883 – 888.

Pisani U., Cambiotti F., Sala N. & Sanpietro F. (1995). A Hypermedia Solution for Electronic Instrumentation and Measurements Practice. In *Proceedings 3<sup>rd</sup> International Conference on Computer Aided Engineering Education (CAEE '95)*, Bratislava, pp. 175 – 179.

Pisani U., Cambiotti F., Sala N. & Sanpietro F. (1996) Imparare a conoscere la strumentazione elettronica di misura mediante tecniche multimediali, *Multimedia n.1 anno IV* Casa Editrice Sonda, Torino, pp. 59- 61

Poletti A. (a cura di) (2001). *GIS metodi e strumenti per un nuovo governo della città e del territorio*. Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna.

Pontecorvo, C., Ajello, C. & Zucchermaglio C. (1991) *Discutendo si impara*. La Nuova Italia, Firenze.

Pressey S.L. (1926). A simple apparatus which gives tests and scores - and teaches. *School and Society*, 23 (586), pp. 373-376.

Purchase H. C. & Naumann D. (2000). The TOMUS model of multimedia: an empirical investigation. In *Proceedings World Conference Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications EDMEDIA 2000*, Montreal, Quebec, Canada, pp. 887 – 892.

Reif L. (1993). A European Multimedia Training Network for International Personnel Development is being created, Berlitz European Projects, Francoforte.

Retterer O. J. (1991). Learning from a hypertext: The effect of reading interactive text containing non-sequential, associative linkages on comprehension. UMI 9200771, Dissertation: University of Toledo.

Rheingold H. (1994). *The Virtual Community*. MIT Press, USA.

Ribeiro Lamas D., Jerrams-Smith J., Heathcote D. & Ribeiro Gouveia F.(2000) An Empirical Test on the use of Directed World Wide Web Navigation Guidance. In *Proceedings World Conference Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications ED-MEDIA 2000*, Montreal, Quebec, Canada, pp. 913 – 918.

Ricciardi M. (1996). *Lingua letteratura computer*, Bollati Boringhieri, Torino.

Riel M. (1993). I Circoli di Apprendimento. *TD Tecnologie Didattiche*, vol. 1, n. 2.

Rivoltella P.C. (1997). Mass media e nuove tecnologie. Opportunità educative in una società che cambia. *Vita e pensiero*, LXXX, 7-8, luglio-agosto 1997, pp. 508-527.

Rivoltella P.C. (2000). *Fare Media Education nella scuola: significati e prospettive*, Relazione nell'ambito del Convegno L'educazione multimediale nella scuola dell'autonomia, Roma, 25 febbraio 2000.

Rivoltella P.C. (2001a). Le tecnologie didattiche in scuola: problemi e prospettive. *Didattica delle scienze e informatica*, Casa Editrice La Scuola, Brescia, n. 215, pp. 51 – 53.

Rivoltella P.C. (2001b). Le tecnologie didattiche in scuola: problemi e prospettive. Parte seconda. *Didattica delle scienze e informatica*, Casa Editrice La Scuola, Brescia, n. 216, pp. 51 – 53.

Rivoltella P.C. (2001c). *Media Education: Modelli, esperienze, profilo disciplinare*, Carocci Editore, Roma.

Rivoltella P.C. (2002a). Le tecnologie didattiche in scuola: problemi e prospettive. Parte terza. *Didattica delle scienze e informatica*, Casa Editrice La Scuola, Brescia, n. 217, pp. 60-62.

Rivoltella P.C. (2002b). Le tecnologie didattiche in scuola: problemi e prospettive. Parte quarta. *Didattica delle scienze e informatica*, Casa Editrice La Scuola, Brescia, n. 218, pp. 51 – 54.

Rivoltella P.C. (2002c). Le tecnologie didattiche in scuola: problemi e prospettive. Parte quinta. *Didattica delle scienze e informatica*, Casa Editrice La Scuola, Brescia, n. 219, pp. 51 – 53.

Rivoltella P.C. (2002d). Le tecnologie didattiche in scuola: problemi e prospettive. Parte quinta. *Didattica delle scienze e informatica*, Casa Editrice La Scuola, Brescia, n. 220, pp. 59 – 60.

Roberts N. et al. (1990). *Integrating Telecommunications into Education*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Rogers D. L. (2000). A Paradigm Shift: Technology Integration for Higher Education in the New Millennium. *Educational Technology Review*, n. 13, pp. 19-27.

Roseblum L. J. & Cross R. A. (1997). The Challenge of Virtual Reality. In Earnshaw W. R., Vince J., & Jones H. (Eds.) *Visualization & Modeling*. San Diego: Academic Press, pp. 325-399.

Jones J.H. (Eds.) *Visualization & Modeling*, Academic Press, San Diego, pp. 325 - 399.

Roussos M., Johnson A., Moher T., Leigh J., Vasilakis C. & Barnes C. (1998). Learning and Building Together in an Immersive Virtual World In *Presence* vol 8, no 3, June, 1999, special issue on Virtual Environments and Learning; edited by William Winn and Michale J Moshell., MIT Press, pp. 247-263.

Roussos M., Johnson A.E., Leigh J., Barnes C. R., Vasilakis C.A. & Moher T. G. (1997b). *The NICE Project: Narrative, Immersive, Constructionist/Collaborative Environments for Learning in Virtual Reality*. University of Illinois, Chicago.

Roussos M., Johnson A., Leigh J., Vasilakis C., Barnes C. & Moher T. (1997a). NICE: Combining Constructionism, Narrative, and Collaboration in a Virtual Learning Environment. In *Computer Graphics* vol. 31 num. 3, August 1997, pp. 62-63.

Sala N. (1998). Introduzione alla microelettronica. *Didattica delle scienze e informatica*, n° 194, Casa Editrice la Scuola, Brescia, pp. 45- 47.

Sala N. (2000). L'informatica: scenari presenti e futuri. *Didattica delle scienze e informatica*, n° 208, 2000, Casa Editrice la Scuola, Brescia, pp. 45- 54.

Salzman M. C., Dede C. J. & Bowen Loftin R. (1995). Learner-Centered Design of Sensorily Immersive Microworlds Using a Virtual Reality Interface, *Proceedings 7<sup>th</sup> International Conference on Artificial Intelligence and Education*, Alexandria, VA, pp. 554 – 564.

Santoro F. M., Borges M. R. S. & Santos N. (1999). Computer-Supported Cooperative Learning Environments: A Framework for Analysis. In *Proceedings World Conference Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications ED-MEDIA '99*, AACE Eds., pp. 62 - 67.

Santoro F. M., Borges M. R. S. & Santos N. (2000) Cooperation Model FOR Learning: A System of Pattern. In *Proceedings World Conference Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications ED-MEDIA 2000*, AACE Eds. (2000), pp. 978 – 983.

Sassi E. (1995) Software per l'educazione e per l'addestramento: strategie comuni. In Ghislandi P. (a cura di), *Oltre il multimedia*, Franco Angeli, Milano, pp. 76– 93.

Scardamalia M., & Bereiter C. (2004). Knowledge building. In *Encyclopedia of Education*, Second Edition. New York: Macmillan Reference (in stampa).

Scardamalia M. & Bereiter C. (1993). Technologies for knowledge-building discourse. *Communications of the ACM*, 36(5), pp. 37 - 43.

Scardamalia M., Bereiter C., Mc Lane R.S., Swallow J. & Woodruff E. (1988). *CSILE: Computer Supported international learning environments*, Unpublished manuscript, Toronto, OISE.

Schank R.C. (1993). Learning via multimedia computers. In *Communications of the ACM*, 36(1), pp. 54-56.

Schenone C. (1997). *Sistemi informativi Territoriali*. Jackson Libri, Milano.

Schwabe D. & G. Rossi (1995). Building Hypermedia Applications as Navigational Views of Information Models. In *28<sup>th</sup> Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 231-240.

Sherman W. & Craig A. (2002). *Working with Virtual Reality*. Morgan Kaufmann Publishers, New York.

Skinner B. F. (1948). *Walden Two*. Macmillan, New York.

Slavin, R. E. (1995). *Cooperative Learning: Theory, Research and Practice*. (2nd ed.) Allyn & Bacon, Boston.

Smith d., Boyd R. & Scott A. (1996). *VRML Strumenti e tecniche per la grafica in Internet*. Tecniche nuove, Milano.

Software Publishers Association (1995). *Report on the effectiveness of technology in the school, 1990 - 1994*. MA: MIT Press, Cambridge.

Spiro R.J., Feltovich P.J., Jacobson M.J. & Coulson R.L. (1991). Knowledge Representation, Content Specification, and the Development of Skill in Situation-Specific Knowledge Assembly: Some Constructivist Issues as They Relate to Cognitive Flexibility Theory and Hypertext. In *Educational Technology*, September, 1991, pp. 22-24.

Spiro R.J. & Jehng J. (1990). Cognitive Flexibility and Hypertext: Theory and Technology for the Nonlinear and Multidimensional Traversal of Complex Subject Matter. In D. Nix and R. Spiro (eds.). *Cognition, Education, and Multimedia: Exploring Ideas in High Technology*, Hillsdale, N.J.: Erlbaum, pp. 163, 205.

Suthers, D. (1996). Combining Pedagogical and Technological Paradigms for Educational Software. Position Paper CHI'96 Research Symposion.

Tamponi A. R. (1996). Integrazione delle tecnologie didattiche nel sistema scolastico: l'esperienza americana. Calvani A. (a cura di) *Multimedialità nella scuola: perché e come introdurre le nuove tecnologie nell'educazione*, Garamond, Roma, pp. 119.

Toselli L. (1998). *Il progettista multimediale*, Bollati Boringhieri, Torino.

Trentin G. (1992) Esperienze e modelli d'uso delle risorse telematiche a supporto delle attività didattiche. *Atti della giornata di Studio su "telematica e Didattica"*, Genova 1 aprile 1992, Edizioni Menabò, Ortona, pp.37-45.



Trentin G. (1996). *Didattica in rete*. Garamond, Roma.

Twigger D. (1988). *Computer Based modelling for teaching science in schools*, Unpublished Med. Thesis, University of Leeds.

Varisco B. M. (1996). Paradigmi psicologici e pratiche didattiche con il computer. *Multimedialità nella scuola*. Garamond, Roma, pp. 11- 29

Viola F. (1996) Il giornalino scolastico in rete. In Calvani A. (a cura di) *Multimedialità nella scuola*, Garamond, Roma, pp. 150 – 159.

Vygotsky L.S. (1978). *Mind in Society: the Development of Higher Psychological Processes*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.

Wan D. & Johnson P. M. (1994). Computer Supported Collaborative Learning Using CLARE: the Approach and Experimental Findings. In *Proceedings of 1994 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*, Chapel Hill, North Carolina (1994).

Weishar P. (1998). *Digital Space: Designing Virtual Environments*. McGraw-Hill Professional Publishing, New York.

Wilson J. R. (1995). Effect of Participating in Virtual Environments: A Review of Current Knowledge. *Safety Science*, 23(1), pp. 39 – 51.

Winn W. (1993). *A conceptual basis for educational applications of virtual reality*. (HITL Technical Report No. TR-93- 9). Seattle, WA: Human Interface Technology Laboratory. ). Disponibile all'indirizzo: <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-93-9>

Wolfram S. (2002). *A New Kind Of Science*. Wolfram Media ,Champaign.

Yaverbaum G.J., Kulkarni M. & Wood C. (1997). Multimedia Projection: An Exploratory Study of Student Perceptions Regarding Interest, Organization, and Clarity. *Jl. of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6 (2), pp. 139 – 153.

Youngblut C. (1998). Educational Uses of Virtual Reality Technology, Institute for Defense Analyses, IDA Document D-2128, (1998, January). Disponibile all'indirizzo: <http://www.hitl.washington.edu/scivw/youngblut-edvr/D2128.pdf>)

Zoller U. (1990). Students' Misunderstandings and Misconceptions in College Freshman Chemistry (General and Organic), *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (10), 1990, pp. 1053-1065.