

3. NUOVE TECNOLOGIE DIDATTICHE E CONOSCENZA

3.1 Le nuove tecnologie didattiche

Con il termine “nuove tecnologie didattiche” si intende tradurre la sigla americana ICT (*Information and Communication Technologies*), con la quale viene identificato l'insieme delle tecnologie che consentono il trattamento e lo scambio delle informazioni, siano esse testuali, visive o sonore, in formato digitale.

Queste tecnologie hanno portato profondi cambiamenti nella società, non solo a livello economico, ma anche sociale. Nello spazio di una generazione si è passati ad un mondo in cui le dinamiche, le metodologie e i canali di informazione si sono moltiplicati, creando difficoltà di comprensione e di comunicazione intergenerazionale e, di conseguenza, problemi ad educare i giovani. La loro comprensione e aspettativa delle scienze sono mediate dalle esperienze multimediali e dall'utilizzo delle nuove tecnologie, che prediligono un metodo in grado di agevolare le connessioni ed i salti concettuali.

Tuttavia le conquiste tecnologiche recenti non hanno trovato terreno fertile nel mondo scolastico, anche a causa del corpo docente che non sempre è stato sufficientemente motivato a recepirle. Nel contempo gli studenti se ne sono appropriati per i loro usi, amplificando la separazione tra generazioni.

È necessario quindi riavvicinare la scuola ai suoi studenti, e questo può essere fatto solamente tenendo conto del contesto profondamente mutato in cui essi vivono.

3.1.1 Evoluzione del concetto di nuove tecnologie didattiche

La data di nascita nelle tecnologie dell'insegnamento viene fatta coincidere con la pubblicazione dell'articolo “*The science of learning and the art of teaching*”: uscito nel 1954, in questo articolo Skinner descrive in modo dettagliato la sua teoria comportamentista dell'apprendimento, caratterizzata dall'importanza del rinforzo positivo nell'agevolare l'apprendimento. Il docente però talvolta non si rivela uno strumento efficace nel fornire un *feedback* immediato, e non può garantire un rinforzo sollecito, frequente e rapido che possa portare ad un'acquisizione efficace di concetti (Skinner, 1954). Skinner propone come soluzione di affidare questo ruolo alle macchine guidate da sequenze di azioni programmate. Le lezioni vengono suddivise in unità (*frames*) al termine di ognuna delle quali si pongono delle domande per verificare se il discente ha appreso le nozioni del *frame* concluso (Pulcini, 2004). In caso positivo, lo studente può passare al *frame* successivo, altrimenti deve ripetere il modulo al quale non ha saputo rispondere: in questo modo non solo lo studente viene seguito in modo individuale dalla macchina, ma l'insegnante viene anche liberato dall'incarico di dover segnare le risposte giuste e sbagliate (Skinner, 1954).

Il vedere le tecnologie didattiche in quest'ottica ha portato naturalmente a delle forti critiche e contrapposizioni tra i sostenitori che propugnavano l'utilizzo delle macchine come strumenti per ottimizzare l'insegnamento e coloro che invece le

consideravano un pericolo in quanto avrebbero reso meno umano il rapporto tra docente e allievo: questo perché le macchine venivano proposte da Skinner come sostituti dell'insegnante.

Purtroppo tale visione ha condizionato in parte, e continua tuttora a farlo, l'accettazione e il corretto inserimento delle nuove tecnologie didattiche nella scuola: per cambiare questo stato di cose, l'approccio pedagogico all'informatica si è assunto il compito di ricercare tecnologie con appropriate finalità didattiche e formative.

Si sta assistendo quindi ad un cambiamento di opinione nei confronti delle nuove tecnologie, pure se talvolta, anche a livello istituzionale, esse vengono intese ancora come sostituti del docente. Nonostante questo equivoco le nuove tecnologie didattiche si stanno affermando come valido aiuto nell'ottica di un metodo costruttivista, ed è curioso come un efficace alleato della didattica che vede lo studente al centro del processo di apprendimento sia nato proprio dalla teoria pedagogica alla quale il costruttivismo si è sempre opposto: il comportamentismo.

3.1.2 Funzioni delle nuove tecnologie didattiche

Fin dall'ingresso delle nuove tecnologie nella didattica, si è cercato di capire come sarebbe stato possibile utilizzare il computer per insegnare, e sono state elaborate diverse tipologie di rapporti tra docente e studente mediati dalle macchine. Sono state descritte tali funzioni tramite acronimi dei quali però non esiste ancora uno standard internazionale, e questo porta talvolta a fraintendimenti: di seguito vengono indicate le sigle più frequenti.

- C.A.I. - *Computer Aided (o Assisted) Instruction*: istruzione mediata dal computer nella quale il sistema permette la correzione basata su risposte, ma non consente un cambiamento della struttura del programma che sta alla base (UNESCO, 2002). Questo programma didattico applica il modello dell'istruzione programmata di Skinner (Battaglia, 2003).
- C.A.L. - *Computer Assisted Learning*: il calcolatore viene usato come supporto dal docente che organizza e controlla l'attività di apprendimento. Questo tipo di funzione viene utilizzata nel contesto di interventi didattici organizzati secondo un'ottica multimediale integrata, nella quale gli strumenti informatici sono indirizzati verso l'attività di progettazione dell'apprendimento (Tessaro, 1997).
- C.M.L. - *Computer Managed Learning*: riguarda principalmente la selezione e l'uso del software e dei media nell'ottica di una gestione organizzativa dell'apprendimento.
- C.M.C. - *Computer Mediated Communication*: indica qualsiasi tipo di comunicazione che avviene attraverso il computer.
- C.B.T. - *Computer Based Training*: è finalizzato all'autoistruzione, puntando più all'acquisizione di abilità piuttosto che di concetti e nozioni (Tessaro, 1997).

3.1.3 Elementi importanti delle TIC nella didattica delle scienze

Indagini recenti svolte in Inghilterra hanno verificato che le TIC in generale (Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione), ed Internet in particolare, possiedono le potenzialità per migliorare l'apprendimento delle scienze (DfES, 2002): è necessario tenere conto comunque che le nuove tecnologie didattiche vanno utilizzate nel caso in cui effettivamente possano apportare un vantaggio all'esperienza educativa.

Di seguito vengono elencate alcuni risultati delle ricerche condotte nel campo dell'applicazione delle nuove tecnologie nella didattica delle scienze e proposti alcuni esempi di applicazioni delle TIC alla didattica, in particolar modo scientifica ed ambientale.

Fonte	Risultato
Hounshell, Hill, 1989	In un corso di biologia di una scuola superiore in cui ci si è avvalsi dell'uso del computer si sono ottenuti dei risultati migliori e un atteggiamento più positivo nei confronti della materia.
Friedler, Nachmias, Songer, 1989	Le capacità di ragionamento scientifico si sono rivelate maggiori utilizzando un curriculum basato sull'utilizzo del computer.
Shute, Bonar, 1986	I programmi informatici specializzati aiutano a sviluppare abilità di indagine e allo stesso tempo ad aumentare le conoscenze scientifiche, anche quando inizialmente vi sono forti idee errate.

L'IPERTESTO

Le tecnologie didattiche non possono prescindere dagli ipertesti perché questi consentono di organizzare e gestire le informazioni con modalità che favoriscono le capacità metacognitive negli studenti (Battaglia, 2003).

I primi modelli di ipertestualità si devono a Bush, che nel 1945 pubblica sull'*Atlantic Monthly* un articolo dal titolo *As we may think*, in cui presenta il suo progetto *Memex (Memory Extender)*, strumento nel quale è possibile immagazzinare documenti di vario genere e consultarli in modo rapido e flessibile. È interessante notare come l'idea di Bush nasca dal suo desiderio di evitare la dispersione della ricerca scientifica, che portava gli scienziati a non poter comunicare tra di loro in tempo reale i risultati delle loro indagini scientifiche.

L'eredità di Bush fu raccolta da Nelson, che nel 1965 conia il termine "**ipertesto**" inteso come un testo a più dimensioni contrapponendolo al testo tradizionale ad una sola dimensione.

Successivamente l'idea di Nelson fu ampliata da Berners-Lee, che abbinando il concetto di "ipertesto" con la rete Internet già esistente realizzò il WWW (*World Wide Web*), una sorta di ipertesto su scala mondiale (Bonavoglia, 2004).

Dagli ipertesti quindi si è giunti agli ipermedia, dove da un testo è possibile passare, sempre attraverso dei link, a immagini e suoni che rendono ancora più complete le informazioni.

Oltre alla definizione dell'ipertesto data dal suo ideatore Nelson, è possibile considerare gli ipertesti e gli ipermedia secondo Bruner, come degli *amplificatori culturali e cognitivi*, il cui ruolo non è solamente quello di comunicare informazioni,

ma anche di mettere in luce i percorsi cognitivi individuali, grazie alle offerte di seguire diverse vie e quindi di poter scegliere l'iter cognitivo più consono a ciascuno.

Le sue caratteristiche ne fanno uno strumento privilegiato nella didattica delle scienze in quanto mette in atto operazioni cognitive nuove che portano il discente a diventare artefice e protagonista del proprio percorso conoscitivo, elaborando nuovi rapporti con le discipline. Fra queste peculiarità si mette in rilievo che:

- gli ipermedia realizzano connessioni che permettono di spostarsi da una risorsa all'altra seguendo il proprio interesse e le proprie abilità: in tal modo ogni soggetto diventa in qualche misura l'autore del proprio testo di lavoro;
- i nodi e la rete che formano gli ipermedia spingono ad esplorare percorsi nuovi, favorendo l'acquisizione di abilità importanti nelle discipline scientifiche, tra le quali l'atteggiamento di scoperta;
- gli ipermedia favoriscono la connessione tra discipline diverse: la realtà appare quindi come una rete di relazioni tra aspetti differenti, mettendo in evidenza l'aspetto sistemico dell'ambiente;
- la rete e i nodi dell'ipertesto evidenziano la dinamicità e la conflittualità della conoscenza, che non è sempre così lineare come può apparire dalla struttura di un libro ed è affidata inoltre alla personale attività di ricerca del singolo;
- la multimedialità consente azioni di rinforzo e integrazione tra gli emisferi del cervello, associando stimoli visivi e uditivi correlati al medesimo argomento (A. Battaglia, 2003).

LE ANIMAZIONI E LE SIMULAZIONI

Le animazioni non si servono di immagini reali e permettono un livello di interattività basso, ma sono degli strumenti potenti specialmente come mezzi per rendere più accattivanti e comprensibili immagini altrimenti statiche. Le animazioni possono essere utilizzate per motivare il discente, per dimostrare concetti ed enfatizzare dettagli o aspetti di fenomeni complessi.

L'utilizzo delle animazioni permette di poter apprezzare e capire fenomeni che in natura avvengono troppo velocemente (es: reazioni chimiche) oppure troppo lentamente (es: fenomeni geologici), ma consentono anche al docente di poter far osservare agli studenti fenomeni che possono risultare pericolosi (es: reazioni chimiche).

L'utilità delle animazioni risiede anche nel fatto che permettono la visualizzazione di ambienti difficilmente visitabili o fenomeni che avvengono lontano da noi, evitando in tal modo che gli studenti ne elaborino immagini stereotipate ed errate.

Le simulazioni sono caratterizzate da un alto livello di interattività e dall'opportunità offerta al discente di modificare valori e condizioni di un fenomeno per analizzare le conseguenze: questa possibilità spinge lo studente a formulare ipotesi, a discuterne con i compagni e a testarle. Tale caratteristica le rende uno strumento importante per la didattica delle scienze ambientali, che studiano i fenomeni "*in situ*", cioè come si sviluppano in natura, ed usano l'ambiente come laboratorio privilegiato: dato che spesso nelle scuole per questioni di tempo e di risorse non c'è la possibilità di studiare i fenomeni in campo, l'uso delle simulazioni

consente di analizzare i fenomeni senza ridurre eccessivamente le variabili coinvolte, semplificazione necessaria quando gli eventi vengono invece studiati in ambienti artificiali ricostruiti in laboratorio.

Le simulazioni eliminano gli aspetti meccanici del processo di apprendimento e gli errori sperimentali, aumentando allo stesso tempo l'impatto visivo degli esperimenti: questi fattori portano ad un aumento della comprensione scientifica (Huppert *et al.*, 2002). L'interattività delle simulazioni permette di fare previsioni, testare ipotesi e ricevere un *feedback* immediato, aiutando così gli studenti a sviluppare abilità di indagine e di pensiero (La Velle *et al.*, 2003).

L'interazione con i fenomeni virtuali può essere ripetuta tutte le volte che il discente vuole, in modo da facilitare l'apprendimento e la comprensione dell'evento, circostanza non possibile durante un'attività pratica reale.

LE RETI INFORMATICHE

Le reti informatiche permettono di stabilire delle connessioni finalizzate alla comunicazione, aspetto molto importante in quanto presupposto per la realizzazione dell'apprendimento collaborativo. Grazie alle reti Intranet e Internet si creano gruppi di comunicazione che possono essere delineati come segue:

1. comunicazioni tra studenti: la rete Intranet collega i pc che si trovano all'interno di un edificio o anche in edifici diversi impedendo l'ingresso nella rete degli utenti esterni: si rivela uno strumento utile per lo scambio di dati e informazioni tra studenti di scuole diverse impegnati nella realizzazione di un progetto comune. Un esempio dell'utilizzo della rete Intranet è offerto dal progetto *Globe* (http://www.globe.gov/globe_flash.html): esso coinvolge 12000 scuole di tutto il mondo che collaborano con una comunità di scienziati per raccogliere, analizzare, validare e interpretare dati provenienti da ricerche comuni riguardanti il cambiamento climatico.
2. comunicazioni tra docenti: la rete tra scuole permette uno scambio di risorse, idee, strumenti tra docenti.
3. comunicazioni tra studenti ed esperti: la facilità con cui Internet e la posta elettronica consentono di stabilire contatti, permette di avvicinare gli studenti al mondo della scienza mettendoli nella condizione di contattare esperti di diverse discipline per chiedere informazioni e chiarimenti. In questo modo gli studenti possono vivere in modo più partecipe le scienze e la ricerca, ed acquisiscono abilità, come la capacità di scegliere a quale esperto rivolgersi, porre dei quesiti scientifici, utilizzare un linguaggio scientifico appropriato.

I MOTORI DI RICERCA E IL WORLD WIDE WEB

I motori di ricerca permettono di accedere ad un grande numero di risorse presenti nel *web*. Accanto alla possibilità di poter scegliere quali articoli e quali dati considerare, vi è la necessità da parte degli studenti di sviluppare non solo l'abilità nel cercare tali informazioni, ma anche la capacità di valutare la loro veridicità e affidabilità. Nel campo delle scienze l'utilità dei motori di ricerca e del *www* risiede nella possibilità di prendere atto delle innumerevoli ricerche scientifiche esistenti e

del fatto che spesso queste, anche se svolte nello stesso settore, giungono a conclusioni diverse, facendo in tal modo riflettere sui metodi della ricerca e sul fatto che la scienza è in continua evoluzione e il suo cammino non sempre è lineare e univoco. Gli articoli e le informazioni rinvenibili in Internet possono essere utilizzate per ricerche e compiti, e i dati scientifici presenti nel *web* possono fornire al docente uno spunto per far lavorare gli studenti con la statistica finalizzata all'analisi di fenomeni ambientali (es.: dati meteo, analisi chimiche di acqua o aria, ecc.). L'utilizzo di Internet nell'apprendimento per progetti ha un grande potenziale motivante (Mistler-Jackson e Songer, 2000): gli studenti possono accedere a dati reali, collaborare sia con altri studenti che con ricercatori, contribuire nel loro piccolo a "fare scienza".

In Internet inoltre è possibile trovare dei progetti coinvolgenti per gli studenti: un esempio è il *Jason Project*, una serie di esplorazione scientifiche vere che avvengono in tempo reale e che gli studenti possono seguire nel *web*, accompagnando virtualmente i ricercatori impegnati nell'esplorazione di ecosistemi in tutto il mondo.

LE BANCHE DATI

Le banche dati sono una fonte di informazioni e di dati organizzati, che permette agli studenti di navigare liberamente scegliendo le risorse di cui avvalersi per un progetto, ma evitando il rischio del "sovraccarico cognitivo" che può portare al disorientamento del discente.

L'incremento nell'uso di Internet da parte di gruppi di ricerca, ha portato alla pubblicazione in linea dei risultati di numerose ricerche scientifiche, comprese anche risorse primarie come set di dati. Anche se questi non sono stati pensati per un uso didattico, le banche dati che li raccolgono permettono agli studenti di analizzare dati autentici utili per rispondere alle loro curiosità riguardanti i fenomeni naturali.

I FOGLI ELETTRONICI

I fogli elettronici vengono utilizzati per tabulare e calcolare i risultati degli esperimenti. È possibile inoltre la creazione diretta di grafici per visualizzare, per esempio, l'andamento nel tempo di una variabile caratteristica di un fenomeno, e per riassumere informazioni molto complesse. La capacità di interpretare e costruire rappresentazioni grafiche è una abilità importante nel campo della didattica delle scienze e può essere migliorata grazie all'uso dei calcolatori. Nella didattica delle scienze Oakes (1997) suggerisce un approccio che combini il metodo deduttivo con l'abilità di creare grafici, in modo da permettere agli studenti di scoprire le leggi della natura tramite osservazioni e deduzioni, piuttosto che facendo imparare a memoria delle formule e inserendo dati in esse.

L'utilizzo dei fogli elettronici permette agli studenti di impiegare più tempo nell'interpretazione e analisi delle informazioni ottenute, sprecandone meno in operazioni noiose e ripetitive come la redazione di un grafico o la compilazione manuale di tabelle.

LE MAPPE CONCETTUALI

Le mappe concettuali sono uno strumento utile per organizzare la conoscenza relativa a diversi concetti, mettendo in evidenza le relazioni che intercorrono tra elementi diversi del medesimo fenomeno. Inoltre, la creazione di mappe da parte degli studenti permette di visualizzare i percorsi cognitivi e mentali che essi seguono nella comprensione di un concetto.

Esistono alcuni programmi *freeware* che consentono la creazione di mappe concettuali dotate di funzionalità uniche rispetto a quelle statiche. Innanzitutto è possibile allegare icone ai concetti e tramite esse accedere a fotografie, testi, URL per approfondire la conoscenza. Le mappe possono essere costruite in maniera collaborativa sincrona o asincrona da più utenti, per giungere ad una mappa condivisa: le versioni HTML vengono generate automaticamente e possono essere pubblicate in Internet.

Nella didattica delle scienze l'utilizzo delle mappe concettuali è utile per visualizzare i rapporti che intercorrono tra le variabili di un fenomeno e per rendere concreto l'aspetto sistemico dell'ambiente.

3.1.4 Le nuove tecnologie didattiche nell'istruzione

Un aspetto critico dell'introduzione delle nuove tecnologie nella didattica è che queste devono adattarsi al concetto che il docente ha della didattica stessa. Alcuni studi svolti in Inghilterra hanno dimostrato come pochi professori si servano delle TIC a scuola, e come la maggior parte di questi mettano già in pratica metodi didattici innovativi (BECTA, 2002), mentre altri scelgano quegli strumenti che meglio si adattano alla propria concezione dell'apprendimento (Moseley *et al.*, 1999).

Per chiarire meglio il rapporto tra scuola e nuove tecnologie, è utile capire quale uso se ne possa fare e in base a quali principi filosofici esse possano essere utilizzate.

Foster (1997) classifica questi indirizzi secondo lo schema seguente:

- *la tecnologia come contenuto*: il compito del docente consiste nel fornire agli studenti conoscenze sulle tecnologie didattiche;
- *la tecnologia come processo*: l'uso delle tecnologie viene visto come un insieme di abilità da insegnare agli studenti, che vanno dalla costruzione (*design and technology*) alla capacità di risolvere problemi; il compito della scuola diventa quello di fornire abilità, piuttosto che informazioni e conoscenze;
- *la tecnologia come metodo*: la tecnologia è vista come un insieme di strategie didattiche al servizio dell'apprendimento. Secondo Braukmann (1993), la tecnologia non esiste in quanto materia fine a sé stessa, ma piuttosto dovrebbe supportare gli obiettivi già esistenti relativi alle abilità scientifiche e di comunicazione.

L'ultimo modello assume che le nuove tecnologie entrino nella scuola come amplificatori della didattica, e non come sostituti del docente, ruolo sostenuto da Skinner, e come tali vadano ad affiancarsi agli altri strumenti già in uso nella scuola,

completando il panorama delle strutture conoscitive a disposizione di docenti e studenti.

3.1.4.1 Utilizzo delle nuove tecnologie didattiche

Un'indagine condotta nel 1998 dalla Tele-Learning Network Inc. ha portato all'elaborazione di un modello di utilizzo delle TIC nella didattica chiamato TLCT (*Teacher, Content, Learners, Context*), nel quale vengono descritte quattro modalità di impiego delle tecnologie didattiche:

- *Teacher*: il docente trasmette informazioni al discente, oppure facilita l'apprendimento, guidando chi apprende verso l'acquisizione personalizzata di conoscenze. La gamma delle possibilità va:

da... trasmissione → a... facilitazione

- *Content*: il discente apprende un pacchetto confezionato di conoscenze oppure attinge ad un corpo molto vasto di conoscenze le informazioni a lui più congeniali. La gamma delle possibilità va:

da... pre organizzato → a... da costruire

- *Learners*: chi apprende utilizza il computer in modo irregolare e senza una chiara idea delle sue potenzialità, oppure si serve sistematicamente delle nuove tecnologie in modo consapevole. La gamma delle possibilità va:

da... accesso limitato a risorse on-line → a... accesso elevato a risorse on-line

- *Context*: riguarda l'utilizzo delle risorse on line; vi sono situazioni in cui la realtà in cui si trova la scuola offre uno scarso supporto ai docenti, mentre in altri contesti le risorse, sia materiali che intellettuali, di supporto alle attività scolastiche sono numerose. La gamma delle possibilità va:

da... basso supporto esterno → a... elevato supporto esterno

L'utilizzo delle TIC quindi dipende da svariati fattori, correlati strettamente tra di loro: il docente può permettersi di agire da facilitatore, abbandonando il proprio ruolo di "trasmettitore di informazioni", solamente in presenza di una ricchezza di risorse a disposizione degli studenti, che devono essere strutturate ed organizzate in qualche modo. Questo può avvenire nel caso vi sia un supporto esterno che fornisca materiale didattico aggiornato e verificato sufficientemente ad evitare il pericolo del "sovraccarico cognitivo" (Brickell, 1993).

Secondo James (1999) il computer dovrebbe essere integrato nella didattica scientifica quotidiana secondo diverse modalità:

- *come strumento di ricerca*: è possibile contare innanzitutto su Internet, che è una fonte di informazioni vastissima, e offre un'ampia varietà di dati a diverse tipologie di utenti. La possibilità di reperire molte informazioni va di pari passo con la possibilità per chiunque di mettere in linea informazioni, e questo implica una capacità di discernere tra quelle fonti che si rivelano attendibili e quelle invece che non vanno considerate tali. A tale proposito quindi la navigazione in Internet da parte degli studenti ha bisogno di una supervisione,

che può essere fatta dai docenti, che consenta loro da una parte di non smarrirsi nel labirinto della rete, e dall'altra di saper scegliere le fonti e le informazioni che a loro possono essere veramente utili;

- come mezzo per una ricerca condivisa: la facilità con la quale è possibile scambiare informazioni via *mail*, permette di realizzare progetti condivisi di ricerca, in cui più scuole situate in posti diversi possono lavorare insieme per realizzare un progetto;
- come strumenti per la presentazione: i pc possono essere utilizzati per elaborare delle presentazioni grazie all'uso di programmi come il *PowerPoint* o anche semplicemente il *Word*, ma anche pubblicare i propri lavori in Internet può essere molto stimolante per gli studenti;
- come strumento di comunicazione: Internet permette di comunicare tra studenti di classi e anche paesi diversi, ma anche tra docenti per scambiarsi informazioni e consigli; inoltre consente di contattare esperti in diversi campi per ottenere spiegazioni o approfondimenti, e tale attività può rivelarsi molto produttiva e arricchente per gli studenti, che sono messi di fronte alla necessità di dover comunicare in modo chiaro e appropriato le proprie esigenze;
- come strumento di insegnamento per lo sviluppo di abilità intellettive: i giochi interattivi e di ruolo e le simulazioni inducono gli studenti ad assumere prospettive diverse e ad immergersi in situazioni inaspettate nelle quali, per riuscire a risolvere i problemi, devono utilizzare abilità e conoscenze acquisite in contesti differenti, fatto che consente di raggiungere una consapevolezza e una confidenza maggiori nelle proprie potenzialità.

3.1.4.2 Cambiamenti di prospettiva nella didattica scientifica

Oltre ad aver apportato molti cambiamenti nella società, l'avvento delle nuove tecnologie sta anche modificando ciò che ci aspettiamo che gli studenti imparino dalla scuola, che deve adattarsi alle spinte innovative provenienti dall'ambiente in cui si trova ad agire.

Gli studenti infatti devono imparare ad orientarsi in una vasta mole di informazioni provenienti da diverse fonti, e di conseguenza devono prendere decisioni in base ad esse, collaborare con gli altri per raggiungere obiettivi comuni e complessi, utilizzare diverse metodologie per trasmettere la conoscenza: in quest'ottica si passa dalla prospettiva che vede il docente al centro del processo di insegnamento a quella che colloca invece lo studente protagonista dell'iter istruttivo.

Spostare l'attenzione dal processo di insegnamento a quello di apprendimento porta alla creazione di un ambiente di apprendimento più stimolante e coinvolgente, in cui i ruoli del docente e dello studente cambiano (tabella 3.I).

Tabella 3.I - Ambienti di apprendimento centrati sul docente e sul discente (Sandholtz *et al.*, 1997)

	Ambiente di apprendimento centrato sul docente	Ambiente di apprendimento centrato sul discente
Attività della classe	Incentrata sul docente, didattica	Incentrata sul discente, interattiva
Ruolo del docente	Narratore di fatti, è sempre visto come l'esperto	Collaboratore, talvolta apprende
Enfasi del processo di apprendimento	Memorizzazione di fatti	Relazioni, indagine, scoperta
Concetto di conoscenza	Accumulazione di fatti, quantità	Trasformazione di fatti
Dimostrazione della buona riuscita del processo educativo	Riferimento allo standard	Qualità della comprensione
Valutazione	Domande a scelta multipla	Prestazioni
Uso della tecnologia	Addestramento e pratica	Comunicazione, accesso, collaborazione, espressione

La funzione del docente cambia: egli non è più colui che detiene la conoscenza e il cui compito è trasmetterla agli studenti, ma piuttosto il suo ruolo è quello di guida che accompagna lo studente nel percorso di acquisizione di conoscenza e consapevolezza (tabella 3.II).

Tabella 3.II - Cambiamento nel ruolo del docente e dello studente in un ambiente di apprendimento centrato sullo studente (Newby *et al.*, 2000)

Cambiamenti nel ruolo del docente:	
Da...	...a
Trasmittitore di conoscenza, fonte primaria di informazioni, esperto, fonte di tutte le risposte	Facilitatore dell'apprendimento, collaboratore, istruttore, navigatore nella conoscenza, discente assieme agli studenti
Colui che controlla e dirige tutti gli aspetti dell'apprendimento	Colui che offre agli studenti maggiori opzioni e responsabilità nel loro stesso apprendimento
Cambiamenti nel ruolo dello studente:	
Da...	...a
Destinatario passivo di informazioni	Partecipante attivo nel processo di apprendimento
Colui che riporta la conoscenza	Colui che produce e condivide conoscenze, partecipando a volte come esperto
L'apprendimento come attività solitaria	L'apprendimento come attività svolta in collaborazione con altri

In questo contesto l'importanza dell'insegnante non è minore, anzi, egli deve possedere qualità e abilità maggiori che gli consentano di svolgere appieno questo ruolo assai delicato. Allo stesso tempo lo studente avrà maggiore responsabilità nel proprio apprendimento, dato che esso dipenderà dalle sue capacità di analisi, sintesi, giudizio e comprensione.

Al docente viene richiesto di sviluppare nuove competenze che sono considerate obiettivi critici per un uso efficace delle nuove tecnologie come strumento di apprendimento nelle scienze:

1. Pedagogia: nell'impiego delle nuove tecnologie i docenti dovrebbero comprendere le opportunità e le implicazioni di tale uso nell'apprendimento, scegliendo di volta in volta le risorse adatte.
2. Collaborazione e creazione di reti: il docente fornisce opportunità di apprendimento collaborativo, partecipa effettivamente al processo conoscitivo degli studenti come discente e docente al tempo stesso.
3. Questioni sociali: riflettere sulle questioni dell'accesso alle informazioni e sull'impatto delle nuove tecnologie nella diffusione, spesso incontrollata, di dati e notizie scientifiche, porta allo sviluppo del senso critico degli studenti.

È necessario ricordare comunque che non è sufficiente introdurre le nuove tecnologie nella scuola per innovare la didattica scientifica, e credere quindi nella "fallacia omeopatica" (McKendree *et al.*, 1995) degli ipertesti e delle TIC: la scelta di avvalersene deve essere correlata agli obiettivi didattici, e dovrebbe essere presa in base alla possibilità per il docente di utilizzarle per insegnare alcuni concetti in modo più efficace, non quindi come semplice sostituto dei libri o di altri strumenti.

3.1.5 Dal modello alla realtà

Nonostante recentemente siano stati presi numerosi provvedimenti in favore dell'introduzione delle nuove tecnologie nella scuola, la piena integrazione delle TIC nella didattica è ancora rara. Solitamente le attività didattiche prevedono l'utilizzo di Internet come strumento di informazione e di comunicazione, piuttosto che come mezzo per una didattica interattiva.

Dove le nuove tecnologie sono state applicate in modo appropriato, si è assistito ad un atteggiamento più positivo verso la scuola tra i discenti, grazie anche alla varietà di progetti, attività ed esercizi che l'utilizzo del computer consente: chi apprende è infatti messo nella posizione di scegliere un proprio percorso conoscitivo, e gli ipermedia permettono nuovi approcci alla conoscenza.

Negli Stati Uniti, paese tra i primi a promuovere l'utilizzo delle nuove tecnologie nella didattica, un'indagine svolta dal *U.S. Congress Office of Technology Assessment* nel 1995 ha rilevato l'esistenza di difficoltà nella preparazione dei docenti per integrare le tecnologie in classe:

- molti docenti, pur avendo accesso alle tecnologie a scuola, dichiarano di non farne uso nella didattica;
- la maggior parte degli insegnanti si sente impreparata ad utilizzare le risorse tecnologiche, in particolare quelle correlate con l'uso del computer;
- nonostante l'importanza attribuita alla tecnologia nell'istruzione del docente, in molti college non viene considerata nell'esperienza di preparazione all'insegnamento;

- le istituzioni scolastiche investono più sull'acquisto di *hardware* e *software* che sulla preparazione dei docenti;
- la maggior parte delle attività svolte con i computer riguardano la meccanica del loro uso, più che l'integrazione della tecnologia all'interno del *curriculum*;
- manca da parte dei docenti una reale comprensione dell'uso curricolare della tecnologia e delle risorse che la tecnologia può offrire per migliorare molti aspetti del loro lavoro (Paul James, 1999).

Questa indagine ha dimostrato chiaramente come l'introduzione delle nuove tecnologie nella scuola non si traduca automaticamente in un loro uso sereno e confidenziale, ma che anzi spesso i computer vengano relegati al ruolo riduttivo di strumenti che *bisogna* imparare ad usare e non siano assolutamente integrati nella pratica didattica, che continua ad essere svolta secondo le modalità tradizionali.

A queste errate interpretazioni dell'uso delle nuove tecnologie nella scuola, si affiancano i problemi oggettivi che l'introduzione dell'ambiente ipertestuale può portare con sé: i nodi e le innumerevoli direzioni che l'ipertesto consente di prendere possono provocare nell'utente un senso di disorientamento, dovuto alla pluralità di scelte possibili, ad un sovraccarico sia emotivo, causato dalla esigenza di effettuare continuamente delle scelte, sia cognitivo (Brickell, 1993), per il rischio che l'eccesso di informazioni faccia perdere di vista l'obiettivo della ricerca; inoltre c'è la possibilità che l'obiettivo principale dell'ipermedia, cioè di unificare diversi concetti e rendere le loro connessioni immediate, sia vanificato proprio dalle sue caratteristiche, in quanto l'estrema ricchezza del materiale può portare ad una lettura solamente superficiale.

3.2 Le nuove tecnologie e le loro implicazioni pedagogiche

In qualsiasi modo vengano introdotte le nuove tecnologie nella didattica delle scienze, queste porteranno sicuramente ad un cambiamento nel paradigma tradizionale dell'insegnamento – apprendimento, e tale cambiamento è condizione necessaria perché le potenzialità dell'informatica possano essere sfruttate appieno (UNESCO, 2004).

Il nuovo modello comprende i seguenti punti di vista:

- L'apprendimento è un processo naturale: siamo portati naturalmente ad imparare, anche se ognuno di noi apprende secondo modalità differenti. Fornendo ambienti di apprendimento interessanti e docenti stimolanti, gli studenti apprenderanno più facilmente.
- L'apprendimento è un processo sociale: come Vygotskij sosteneva, gli studenti imparano meglio in un gruppo di pari o in collaborazione con docenti, genitori o altre persone, quando sono coinvolti attivamente in compiti interessanti e significativi. Le nuove tecnologie forniscono a docenti e studenti opportunità per collaborare sia tra di loro che con persone lontane.
- L'apprendimento è un processo attivo: per permettere agli studenti di acquisire delle competenze, è necessario fornire loro delle possibilità di coinvolgimento diretto nel processo di apprendimento, in modo che siano portati a risolvere problemi, prendere decisioni, valutare risorse.
- L'apprendimento è un processo sia lineare che non lineare: gli studenti apprendono creando collegamenti continui tra quello che già conoscono e le nuove conoscenze, in un processo continuo di costruzione di mappe mentali progressivamente più complesse.
- L'apprendimento è basato su abilità, interesse e cultura dello studente: le caratteristiche peculiari di ogni studente vanno viste come punti di forza sui quali costruire percorsi di apprendimento, e questo risulta più produttivo che cercare di rimediare alle debolezze del singolo. Inoltre, le differenze individuali possono essere una risorsa all'interno della classe.
- L'apprendimento viene valutato attraverso la soluzione di problemi reali, frutto del lavoro sia del singolo che del gruppo.

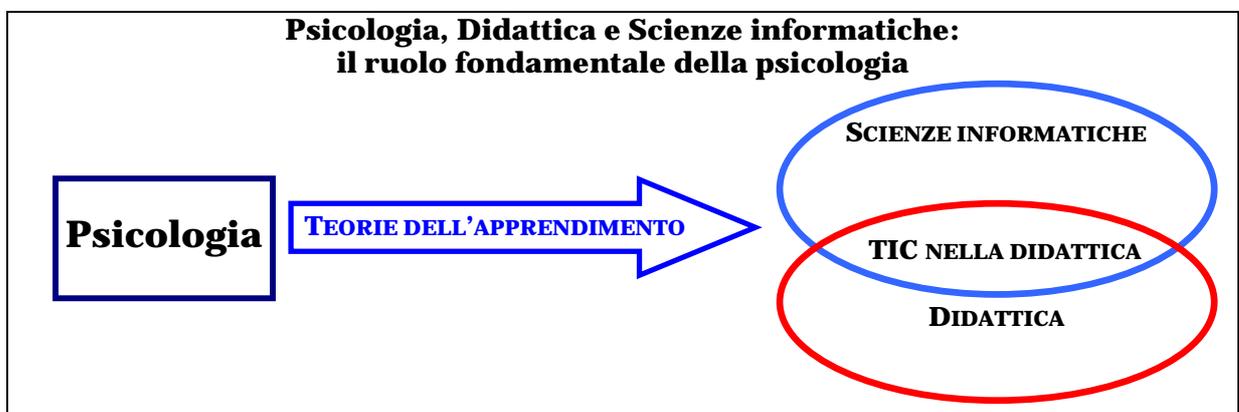


Figura 3.1 - Rapporto tra la psicologia e l'uso delle tecnologie nella didattica (Wilhelmsen *et al.*, 1998)

3.2.1 TIC e teorie dell'apprendimento

L'introduzione delle nuove tecnologie nella scuola porta ad un cambiamento di prospettiva nella didattica delle scienze, con uno spostamento verso una visione dell'apprendimento centrato sullo studente. Questa nuova ottica trova il suo sostegno in alcune delle più recenti e concrete teorie dell'apprendimento, basate sull'assunto principale che il discente è protagonista attivo del proprio percorso cognitivo, e l'ambiente di apprendimento in cui egli si trova ad agire gli fornisce occasioni in cui testare le proprie idee partendo dalle idee pregresse, applicandole a nuovi contesti e integrandole con le nuove conoscenze acquisite.

Di seguito verranno illustrate alcune delle teorie che hanno avuto maggiore influenza nella nuova visione del processo di apprendimento correlato all'uso delle nuove tecnologie nella didattica delle scienze.

➤ **Teoria socioculturale di Vygotskij**

Secondo tale teoria l'apprendimento umano è un processo sociale e l'intelligenza umana trae origine dalla società e dalla cultura nella quale il soggetto si trova immerso. Secondo Vygotskij l'interazione sociale gioca un ruolo fondamentale nello sviluppo cognitivo che avviene prima di tutto tramite l'interazione con gli altri, e in seguito con l'integrazione dei concetti nella struttura mentale dell'individuo. Le interazioni sociali permettono all'individuo di raggiungere e sfruttare la *Zona di Sviluppo Prossimale*, quella regione di attività per le quali il soggetto è cognitivamente preparato, ma per la cui esecuzione ha bisogno di una guida e di uno stimolo fornito da un pari più esperto o da un docente.

Le TIC possono essere utilizzate per creare un ambiente di apprendimento in grado di fornire strumenti di discussione e possibilità di confronto con esperti, oltre al fatto che i computer possono essere utilizzati in gruppi che, mettendo insieme le abilità dei singoli, possono agire da stimolo l'uno dell'altro in campi diversi.

➤ **Teoria costruttivista di Piaget**

Piaget sostenne che l'apprendimento avviene a seguito di un processo di adattamento, formato da due momenti successivi di assimilazione e accomodamento, frutto delle interazioni con l'ambiente. Il discente assume la responsabilità del proprio apprendimento perché partecipa attivamente al processo cognitivo collaborando con altri soggetti e scegliendo quali risorse utilizzare, per arrivare poi alla creazione di significato.

➤ **La teoria della psicologia culturale di Bruner**

Bruner vede la scuola come un possibile luogo di negoziazione di risultati dove costruire, in maniera collaborativa, dei prodotti culturali. Le TIC possono aumentare il livello di interazione e comunicazione sia tra soggetti della stessa classe sia tra classi diverse. Quando gli studenti si trovano davanti ad uno schermo del computer, i processi mentali di ciascuno vengono resi "visibili" dalle scelte compiute (es. *link* seguiti) e questo porta ad un confronto continuo tra i componenti del gruppo. Il computer quindi agisce da facilitatore e sollecitatore della comunicazione.

➤ **Teoria delle intelligenze multiple di Gardner**

Secondo Gardner la scuola ha sempre privilegiato una sola forma di intelligenza, quella logico- astrattiva e linguistica, trascurando di valorizzare altre abilità coinvolte nell'apprendimento. L'uso delle nuove tecnologie può essere una spinta per quegli studenti che non si riconoscono nei tradizionali mezzi cognitivi e comunicativi utilizzati nella scuola, e la flessibilità delle TIC può consentire ad ogni studente di servirsi del tipo di intelligenza a lui più consona per poter in tal modo esprimere al meglio le proprie potenzialità.

➤ **L'apprendimento basato sui problemi**

L'obiettivo di questa tipologia di apprendimento è lo sviluppo di abilità di pensiero di ordine superiore, fornendo agli studenti problemi e casi autentici da risolvere. Lavorando assieme, elaborando teorie ed ipotesi e discutendo in modo critico le idee degli altri, gli studenti sviluppano comprensione scientifica attraverso i casi del mondo reale e strategie di ragionamento e di apprendimento. In questa situazione le TIC possono fornire agli studenti uno strumento da utilizzare per cercare informazioni, dati e documenti utili per approfondire la tematica del problema e risolverlo.

➤ ***Anchored instruction***

In questo metodo l'istruzione viene programmata in modo che risulti "ancorata" ad un ambiente o un problema reale. Le nuove tecnologie possono essere utilizzate per creare tali contesti, grazie all'uso di video, simulazioni, animazioni.

➤ **Apprendimento situato**

Secondo Brown, Collins e Duguid (1989) l'apprendimento situato pone in evidenza la collaborazione, i contesti autentici, le attività e gli strumenti cognitivi; esso avviene quando gli studenti lavorano a compiti autentici in contesti realistici (Winn, 1993). In contrasto con quanto avviene abitualmente nella scuola, dove è spesso astratto ed estraneo al contesto nel quale si realizza, l'apprendimento è considerato una funzione dell'attività, del contesto e della cultura nel quale avviene (Lave, 1988). Si tratta quindi di fornire al discente contesti autentici e incoraggiare le interazioni sociali e la collaborazione, per sviluppare livelli di comprensione più approfonditi, e le TIC possono contribuire a raggiungere questo obiettivo.

➤ **Apprendimento autoregolato**

Un discente che metta in atto delle strategie di metacognizione è consapevole di ciò che sa e delle abilità che possiede, ed è quindi in grado di valutare il proprio processo di apprendimento. Le attività svolte in classe dovrebbero essere rilevanti nelle situazioni di vita reale e produrre cambiamenti concettuali negli studenti. Le nuove tecnologie possono essere utilizzate per rendere esplicite le conoscenze latenti degli studenti, con l'obiettivo di riflettere sulle proprie capacità e quindi di autoregolarsi, per esempio grazie all'uso delle mappe cognitive.

3.3 Le nuove tecnologie nella scuola italiana

La circolare ministeriale n. 55 del 21 maggio 2002 ha previsto l'organizzazione di corsi a vari livelli sull'utilizzo delle tecnologie rivolti al 20% del personale docente (Piano Nazionale di Formazione degli Insegnanti sulle Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione). Nella circolare viene delineato il progetto del Ministero, articolato in tre tipologie di percorsi formativi aventi diversi obiettivi:

- A. l'uso del computer nella didattica e nella gestione della scuola;
- B. il coordinamento e l'orientamento all'uso delle risorse tecnologiche e multimediali nella didattica;
- C. la configurazione e la gestione di infrastrutture tecnologiche nelle scuole.

In particolare, nei percorsi formativi A e B è previsto un approfondimento sul rapporto tra tecnologie didattiche e teorie dell'apprendimento, in cui viene descritto come le diverse teorie dell'apprendimento influenzino le modalità di utilizzo delle nuove tecnologie, quindi vengono individuate le strategie migliori da adottare nell'uso delle TIC per migliorare le abilità e le potenzialità degli studenti. È un passo importante nella giusta direzione per un corretto e produttivo utilizzo delle nuove tecnologie nella scuola, non basato semplicemente su un dato numerico (il numero minore di studenti per ogni computer), ma su un valido approccio pedagogico.

Il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca ha svolto nel 2001 e nel 2002 un'indagine conoscitiva riguardante le risorse tecnologiche per la didattica nella scuola. Mentre il monitoraggio svolto nel 2001 ha mirato ad ottenere un dato aggiornato sulle dotazioni multimediali destinate alla didattica presenti nella scuola, puntando quindi l'attenzione sul rapporto *computer/studenti*, quello del 2002 ha cercato di andare oltre, analizzando le percezioni e le attese dei soggetti coinvolti (presidi, docenti, studenti, ecc.).

Dall'indagine del 2002 emerge come il rapporto *computer/studenti* sia aumentato rispetto all'anno precedente da un PC ogni 28 studenti a uno ogni 15 (MIUR, 2002).

Un dato importante per capire come viene concepito l'utilizzo del computer nella didattica è l'ubicazione dei PC: prevale la collocazione in aule informatiche (86%), seguita da quella in aule studio e biblioteche (30%), dove il pc viene messo a disposizione per uso "bibliotecario" e non degli studenti, mentre solo il 3% dei computer è presente nelle classi. Tale collocazione evidentemente impedisce l'utilizzo del computer come strumento abituale nella didattica, confinandone l'utilizzo in momenti particolari: dal questionario emerge inoltre come secondo la metà dei presidi intervistati (le percentuali è uguale nei diversi livelli scolastici, dalle elementari fino alle scuole superiori) la collocazione ideale dei computer dovrebbe essere in classe, indicando quindi l'esigenza di utilizzare il pc secondo modalità diverse da quelle attuali. Nei processi scolastici le tecnologie informatiche vengono utilizzate in primo luogo per servizi di segreteria, l'organizzazione delle risorse, le comunicazioni, mentre l'uso delle TIC per la didattica si trova solamente al quarto posto della graduatoria.

Interessante è il confronto tra le materie in cui viene utilizzato il PC e le materie nelle quali, secondo gli studenti, sarebbe invece utile l'uso delle tecnologie (vedi figura 3.2).

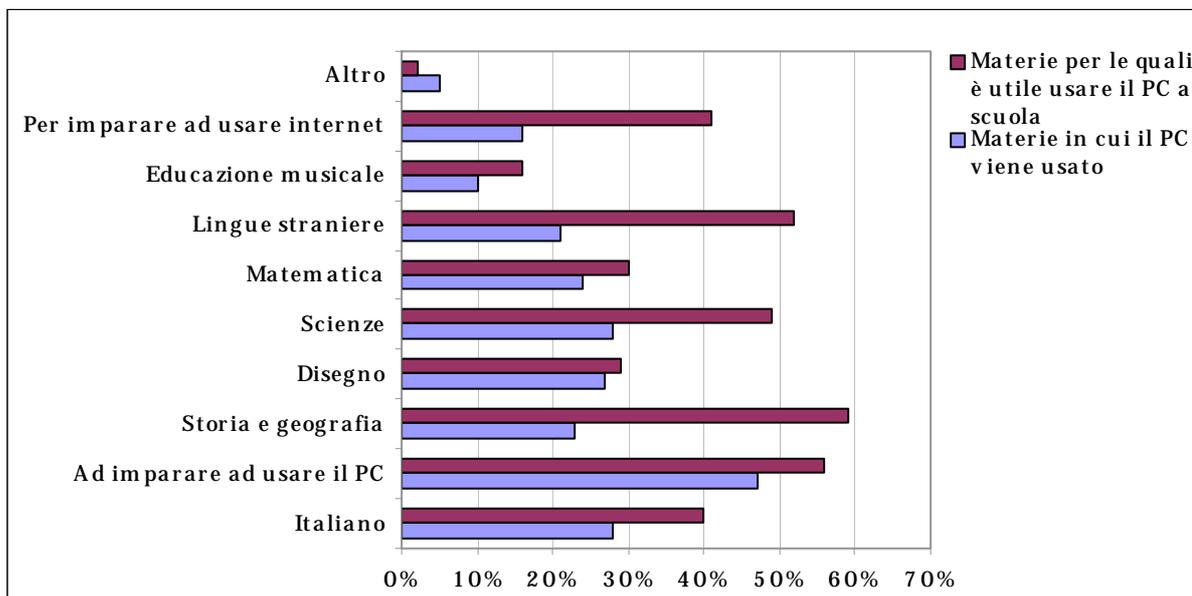


Figura 3.2 - Confronto tra l'utilizzo reale e quello auspicato dagli studenti nella scuola nelle diverse materie (MIUR, 2002)

Dal grafico si nota come dagli studenti arrivi una richiesta chiara di un aumento dell'utilizzo delle tecnologie nella didattica, specialmente per quanto riguarda la storia e la geografia, le scienze e l'uso di Internet.

Un'indagine svolta nel 2003 dall'Istituto IARD "Franco Brambilla" di Milano ha mirato a capire se gli insegnanti integrino le nuove tecnologie nel loro lavoro quotidiano e secondo quali modalità. Da essa emerge come i docenti siano consapevoli dei vantaggi offerti dalle nuove tecnologie didattiche, ma come allo stesso tempo vedano in esse dei limiti dettati dai tempi necessari per preparare i materiali e dal rischio di presentare dei materiali superficiali, dovuto alla scarsa abilità di sapere predisporre materiale didattico adeguato. Internet quindi viene usato da pochi docenti, specialmente per trarre contenuti disciplinari, mentre il suo impiego come strumento di comunicazione e formazione è molto minore: non vengono sfruttate quindi le potenzialità interattive e comunicative offerte da questo strumento. Ciò avviene nonostante le scuole siano per la maggior parte dotate di strutture informatiche: dall'indagine emerge che, sebbene i docenti abbiano seguito dei corsi di aggiornamento sull'informatica, questi hanno fornito principalmente le competenze di base, lasciando del tutto irrisolti alcuni nodi come l'applicazione delle tecnologie nella didattica e le potenzialità dell'informatica nelle diverse discipline.

Da un'indagine svolta dallo stesso Istituto nel 2004 emerge come le conoscenze informatiche dei docenti siano migliorate soprattutto grazie a corsi on line organizzati dal Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca, anche se tra i contenuti dei corsi si prediligono l'utilizzo del PC piuttosto che le metodologie di insegnamento con le nuove tecnologie e la loro applicazione alle diverse discipline: per quanto riguarda quest'ultima tematica, gli insegnanti traggono informazioni dalla lettura di articoli o da materiali trovati in Internet, anziché dalla partecipazione a convegni o corsi.

3.4 L'uso delle TIC nella didattica delle scienze

I curricula scientifici sono ancora prevalentemente impostati secondo una pedagogia basata sulla trasmissione della conoscenza: stanno però emergendo delle nuove esigenze che chiedono ai docenti di adottare diverse pratiche didattiche. Gli obiettivi della cultura scientifica comprendono infatti anche lo sviluppo di alcune abilità tipiche delle comunità scientifiche, quali la costruzione di teorie, la comunicazione, la capacità di prendere delle decisioni.

Una spinta al cambiamento nella didattica scientifica è stata data dai nuovi modelli di indagine proposti dagli strumenti e dalle risorse delle TIC: queste offrono l'accesso ad un vasto numero di risorse multimediali che ampliano le opportunità di svolgere indagini empiriche dentro e fuori l'ambiente scolastico e forniscono l'occasione di avvicinare il mondo della scuola a quello della ricerca scientifica, facilitando l'accesso a dati come le misure dell'inquinamento atmosferico, fornendo *link* ad istituti di ricerca, ecc.

Le nuove tecnologie hanno cambiato il modo in cui è possibile trattare i dati e accedere alle informazioni, e hanno fornito degli strumenti sia per soddisfare le esigenze attuali dei *curricula* scolastici, sia per ampliare le loro possibilità. Le nuove tecnologie possono dare un contributo significativo all'insegnamento e all'apprendimento delle scienze: in particolare, le TIC ampliano le abilità degli studenti nel compiere delle scelte, lavorare in modo indipendente e fare dei collegamenti tra ciò che studiano a scuola e il mondo nel suo complesso. Inoltre possono avere un ruolo nell'aiutare gli studenti ad osservare, registrare, misurare, manipolare ed interpretare i risultati. Le nuove tecnologie offrono diversi strumenti utilizzabili in attività di didattica scientifica a scuola con diversi scopi:

1. strumenti per la cattura, il *processamento* e l'interpretazione di dati (*database*, inserimento dati, fogli elettronici, strumenti per la realizzazione di grafici, ecc.): questi strumenti possono essere utilizzati per elaborare teorie e testarle, costruendo modelli e facendo indagini;
2. software multimediali per la simulazione di processi e per la conduzione di esperimenti virtuali. In tal modo si possono osservare esperimenti che avvengono secondo delle modalità che ne rendono difficile la visualizzazione (velocità, scala, ecc.);
3. sistemi informativi: Cd-Rom, Internet, Intranet consentono l'accesso ad un vasto numero di informazioni aggiornate, a materiale illustrativo e interattivo, offrono possibilità di collaborare con altre scuole ed entrare in contatto con il mondo della ricerca;
4. strumenti di pubblicazione e presentazione: *PowerPoint*, *Word*, ecc.

La possibilità di osservare sullo schermo lo svolgersi di un esperimento o il procedere di una reazione spinge gli studenti a confrontare le loro ipotesi, soprattutto quando i ragazzi si trovano a lavorare assieme nella stessa postazione (apprendimento collaborativo), e la possibilità di confrontarsi e poter testare in modo immediato le loro supposizioni offre agli studenti un maggiore controllo sull'apprendimento.

Per concludere, viene proposto un riassunto schematico dei risultati delle ricerche riguardanti l'effetto positivo dell'uso delle nuove tecnologie nell'insegnamento e apprendimento delle scienze (BECTA, 2003).

Vantaggi per gli studenti		Vantaggi per i docenti	
Fonte	Risultato	Fonte	Risultato
McFarlane, Sakellariou, 2002	L'aspetto meccanico del lavoro pratico viene ridotto, e questo permette agli studenti di concentrarsi sull'interpretazione e analisi dei dati.	Osborne e Hennessy, 2003	Le TIC forniscono la possibilità di una raccolta di dati più rapida e accurata, risparmiando in tal modo tempo prezioso per le lezioni e producendo risultati di maggiore qualità.
	La comunicazione elettronica permette agli studenti di diventare parte di una comunità di apprendimento.		Internet aumenta la possibilità di accesso a dati attendibili.
Trindade <i>et al.</i> , 2002	I modelli visivi di presentazione aiutano la comprensione di concetti e processi.	Betts, 2003	Le TIC permettono ai docenti di coinvolgere e motivare maggiormente gli studenti.
La Velle <i>et al.</i> , 2003	Un feedback immediato permette agli studenti di migliorare gli esperimenti e le ipotesi.	McFarlane, Sakellariou, 2002	Le simulazioni permettono ai docenti di mostrare esperimenti che altrimenti non sarebbero possibili.
	Ci sono maggiori opportunità per l'apprendimento indipendente.	Newton, 2000	La possibilità di inserire dati e di effettuare registrazioni digitali permette l'accesso a nuove fonti di dati in un gamma più ampia di ambienti sperimentali.
Mistler-Jackson e Songer, 2000	Le TIC possono fornire una maggiore capacità per un apprendimento basato sui progetti avente come oggetto argomenti importanti per gli studenti.		
	Le TIC offrono opportunità per collaborare con i pari e con scienziati di professione.		
Lewis, 2003	Le reti formate dalle scuole e Internet possono fornire accesso alle risorse per l'apprendimento anche al di fuori dell'orario scolastico.		