



IRRE - Emilia Romagna Regione Emilia Romagna Fondo Sociale Europeo

presentano

The White House

Report to the President on the Use of Technology to Strengthen k-12 Education in the United States

(March 1997)



Traduzione dall'inglese all'italiano (1 ottobre 2001)

(nell'ambito del progetto SCUOLA NET, n° 647, approvato con delibera n° 1417 del 31/07/2000)

Introduzione

Nel dicembre 2000 abbiamo prelevato dal sito web della Casa Bianca (<http://www.whitehouse.gov>), il documento "*Report to the President on the Use of Technology to Strengthen K-12 Education in the United States*", datato marzo 1997 e relativo all'utilizzo delle tecnologie nelle scuole degli Stati Uniti.

Dopo una rapida lettura capimmo che era un materiale, anche se datato, interessante per il mondo della scuola italiana. Infatti:

- le tecnologie nelle scuole americane sono state introdotte assai prima che da noi. Quindi conoscere queste riflessioni "vecchie" di cinque anni, può essere ancora attuale per lo scenario italiano;
- per tradizione i pareri espressi dagli esperti di cultura anglosassone sono basati sulla ricerca e sulla letteratura, non su ideologie ed opinioni personali. Sono forse più affidabili di quelli dei "nostri" esperti;
- il livello accademico dei consulenti presidenziali è elevato: nel gruppo di discussione vi erano, su 12 membri, undici "phD" tra cui 2 "Nobel". Ci si aspetta che il loro parere sia autorevole;
- la massa di dati empirici presi in esame è enorme. Anche se le due realtà, statunitense e italiana, non sono direttamente confrontabili, alcuni problemi e soluzioni possono essere affini;
- gli esperti provengono da psicologia, pedagogia, scienze ambientali, fisica, medicina, scienza dello spazio, management, ...; sembrano garantire una visione a largo raggio dell'oggetto dell'indagine;
- la letteratura consultata proviene dalla ricerca e da relazioni alla Casa Bianca di accademici, industriali, insegnanti, sviluppatori di software, agenzie governative, organizzazioni professionali, industrie, coinvolti tutti in vario modo nell'applicazione della tecnologia alla educazione. Si ritiene garantita la diversificazione delle fonti di informazione.

In base a queste considerazioni e per permettere una diffusione più capillare del documento, decidemmo, all'interno della Sezione Scuola Secondaria di 1° grado di IRRE (ex IRRSAE), la traduzione dall'inglese all'italiano del documento stesso.

Traduzione realizzata grazie anche a finanziamenti avuti da FSE (Fondo Sociale Europeo), tramite la Regione Emilia Romagna.

Va chiarito subito che la traduzione è stata faticosa e irta di ostacoli; essendo infatti un documento tecnico ed un report evidentemente ancora "informale", più stili si susseguono e più parti vengono ribadite e ripetute più volte. Alcuni termini, puramente pedagogici sono stati di difficile traduzione; altri termini, appartenenti al mondo statistico e matematico, sono stati revisionati da esperti del settore.

Siamo comunque consapevoli del fatto che, pur essendoci adoperati per fare le cose al meglio, nella traduzione saranno presenti ancora alcune inesattezze.

Come per altre analoghe traduzioni promosse da IRRE (vogliamo qui ricordare ad esempio il documento NCTM), piuttosto che tardare nella diffusione di questo scritto, per renderlo sempre più esatto, preferiamo offrirlo all'attenzione di quanti vorranno leggerlo, con lo spirito con cui è nato: è un report (su di una situazione esistente nel 1997 negli Stati Uniti e forse oggi in Italia) per quanto riguarda tecnologia e scuola, hardware e software, programmi e politiche, ricerca e valutazione, didattica e "tempo" degli insegnanti.

Invitiamo i colleghi a leggere con particolare attenzione il paragrafo "Il problema dell'insufficienza del tempo degli insegnanti".

Un grazie particolare alla signorina Ann Caffrey, di madrelingua inglese, che ha revisionato lo scritto e ci ha aiutato ad interpretare alcuni "neologismi" anche a lei totalmente ignoti. Un grazie al prof. Barozzi dell'Università di Bologna che ha corretto la traduzione relativa ad alcune parti più propriamente tecniche.

Inutile dire che dichiariamo la nostra gratitudine fin d'ora a quanti vorranno segnalarci refusi ed errori: siamo infatti del parere che tutto è perfettibile.

Auspichiamo che questo documento possa essere occasione per aprire su questo delicato tema delle TIC (Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione) un ampio e serio dibattito, specialmente in questo momento di "ripensamenti" sulla riforma dei cicli.

Dobbiamo confessare che i primi documenti che sono circolati in Italia, a livello ministeriale, non ci sono sembrati molto "chiari".

Auguri di buon lavoro a tutti!

Bologna 29 settembre 2001

Per il gruppo che ha curato la traduzione:

Anna Maria Arpinati (tecnico IRRE - Emilia Romagna)

LA CASA BIANCA

Rapporto al Presidente sull'Utilizzo della Tecnologia

**Comitato dei Consiglieri del Presidente sulla Scienza e la Tecnologia
Commissione sulla Educational Technology (la Tecnologia per l'Istruzione)**

**Rapporto al Presidente sull'uso della Tecnologia
per migliorare la didattica K-12 negli Stati Uniti
Marzo 1997**

Commissione sulla Educational Technology

Chairman

David E. Shaw, Ph.D.

Chairman D.E. Shaw & Co., Inc. e Juno Online Services, L.P.

Membri

Henry J. Becker, Ph.D

Professor of Education, Università di California, Irvine

John D. Bransford, Ph. D.

Centennial Professor of Psychology and Co-director Learning Technology Center,
Università Vanderbilt

Jan Davidson, Ph.D.

President, The Davidson Group

Jan Hawkins, Ph.D.

Director, Center for Children and Technology, Education Development Center

Shirley Malcom, Ph. D.

Head, Directorate for Education and Human Resources Programs, American
Association for the Advancement of Science

Mario Molina, Ph.D
Lee and Geraldine Martin Professor of Environmental Sciences
Massachusetts Institute of Technology and 1995 Nobel laureate, Chemistry

Sally Sharp, Ph. D.
Professor of Physics and Director California Space Institute, University of
California, San Diego

Philip Sharp, Ph. D.
Professor and Head Department of Biology, Massachusetts Institute of
Technology and 1993 Nobel laureate Physiology or Medicine

Robert F. Tinker, Ph. D.
President, Concord Consortium

Charles Vest, Ph. D.
President, Massachusetts Institute of Technology

John Young
Former President and Chief Executive Officer, Hewlett-Packard Co.

Staff:

Richard Allen
Marianen F. Bakia
Rebecca Brysion
C. Samantha Chen
Sandor Lehoczky
Caroline M. Costello
Marjorie R. Dial
Edith M. Kealey

Comitato dei Consiglieri del Presidente sulla Scienza e la Tecnologia

Presidenti:

John H. Gibbons, Ph. D.
Assistente del Presidente per le Politiche della Scienza e della Tecnologia
e Direttore dell'Ufficio delle Politiche della Scienza e delle Tecnologia

John Young

Ex-presidente e Responsabile dell'Ufficio Esecutivo della Hewlett-Packard Co.

Membri:

Norman R. Augustine

Vice Chairman e Responsabile dell'Ufficio Esecutivo della Lockheed Martin Corporation

Francisco J. Ayala, Ph. D.

Donald Bren, Professore di Biologia e Scienze e Professore di Filosofia, Università della California, Irvine

Murrey Gell-Mann, Ph. D.

Professore al Santa Fe Institute;

R.A. Millikan, Professore Emerito di Fisica Teoretica al California Institute of Technology e Premio Nobel per la Fisica nel 1969

David A. Hamburg, M. D.

Presidente della Carnegie Corporation, New York

John P. Holdren, Ph. D.

Teresa and John Heinz, Professore di Politica Ambientale School of Government John F. Kennedy, Università di Harvard

Diana MacArthur

Presidente and Responsabile dell'Ufficio Esecutivo della Dynamic Corporation

Shirley Malcom, Ph. D.

Responsabile della Direzione del Education and Human Resources Programs alla American Association for the Advancement of Science

Mario Molina, Ph. D.

Lee and Geraldine Martin Professore di Scienze Ambientali al Massachusetts Institute of Technology e Premio Nobel per la Chimica nel 1995

Peter H. Raven, Ph. D.

Direttore del Missouri Botanical Garden e Professore di Botanica,
Università di Washington, St. Louis

Sally K. Ride, Ph. D.
Professore di Fisica e Direttore del
California Space Institute, Università della California, San Diego

Judith Rodin, Ph. D.
Presidente dell'Università della Pennsylvania

Charles A. Sanders, M.D.
Ex-presidente della Glaxo-Wellcome Inc.

Phillip Sharp, Ph. D.
Professore e Responsabile del Dipartimento di Biologia al Massachusetts Institute of
Technology e Premio Nobel per la Medicina e la Fisiologia nel 1993

David E. Shaw, Ph. D.
Presidente del D. E. Shaw & Co., Inc. and Juno Online Services, L.P.

Charles Vest, Ph. D.
Presidente del Massachusetts Institute of Technology

Virginia Weldon, M. D.
Senior Vice Presidente per gli Affari pubblici della Monsanto Company

Lilian Shiao- Yen Wu, Ph. D.
Membro dello staff di ricerca del Thomas J. Watson Research Center, IBM

Segreteria Esecutiva
Angela Phillips Diaz

DESCRIZIONE DEI CONTENUTI

SOMMARIO ESECUTIVO

1. INTRODUZIONE

2. IMPORTANZA POTENZIALE

2.1 PROBLEMI SERI

2.2 IL RUOLO DELLA TECNOLOGIA NELLA DIDATTICA

2.3 LA PROMESSA DELLA EDUCATIONAL TECHNOLOGY

3. HARDWARE E INFRASTRUTTURE

3.1 COMPUTER E PERIFERICHE

3.2 INFRASTRUTTURE NEGLI EDIFICI

3.3 RETI LOCALI DI AREA (LAN)

3.4 RETI ESTESE DI AREA (WAN)

3.5 AMMINISTRAZIONE DEI SISTEMI E SUPPORTO TECNICO

4 . SOFTWARE, CONTENUTI E DIDATTICA

4.1 SISTEMI DI TUTORAGGIO BASATI SUL COMPUTER

4.2 IL MODELLO COSTRUTTIVISTA

4.3 LE APPLICAZIONI COSTRUTTIVISTE DELLA TECNOLOGIA

4.4 L'ELEMENTO UMANO

4.5 COME VIENE ATTUALMENTE UTILIZZATA LA TECNOLOGIA

4.6 IL MERCATO DEL SOFTWARE DIDATTICO

5. INSEGNANTI E TECNOLOGIA

5.1 CIO' DI CUI NECESSITANO GLI INSEGNANTI

5.2 POTENZIALI MODALITA' DI SUPPORTO

5.3 IL PROBLEMA DELL'INSUFFICIENZA DEL TEMPO PER GLI INSEGNANTI

5.4 LA TECNOLOGIA NELLE SCUOLE DI FORMAZIONE ALL'INSEGNAMENTO

6. CONSIDERAZIONI ECONOMICHE

- 6.1 LE SPESE ATTUALI PER LA TECNOLOGIA
- 6.2 COSTI STIMATI PER LA EDUCATIONAL TECHNOLOGY
- 6.3 LA PRODUTTIVITÀ DIDATTICA E RIENTRO DEGLI INVESTIMENTI (ROI)

7. L'ACCESSO EQUO

- 7.1 LE DIMENSIONI DELL'ACCESSO
- 7.2 LO STATO SOCIO-ECONOMICO
- 7.3 LA RAZZA E L'ETNIA
- 7.4 I FATTORI GEOGRAFICI
- 7.5 IL GENERE MASCHILE E IL GENERE FEMMINILE
- 7.6 RISULTATI DIDATTICI
- 7.7 STUDENTI CON PARTICOLARI ESIGENZE

8. LA RICERCA E LA VALUTAZIONE

- 8.1 L'EFFICACIA DELLE APPLICAZIONI TRADIZIONALI DELLA TECNOLOGIA
- 8.2 LA RICERCA SULLE APPLICAZIONI COSTRUTTIVISTE DELLA TECNOLOGIA
- 8.3 LE PRIORITÀ DELLA RICERCA FUTURA
- 8.4 I FINANZIAMENTI PER LA RICERCA
- 8.5 CONSIDERAZIONI ORGANIZZATIVE E AMMINISTRATIVE

9. PROGRAMMI E LINEE POLITICHE

- 9.1 L'INIZIATIVA DEL PRESIDENTE SULLA EDUCATIONAL TECHNOLOGY
- 9.2 I PROGRAMMI FINANZIATI
- 9.3 GUIDA E COORDINAMENTO

10. SOMMARIO DELLE CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

- 10.1 UNO SGUARDO SULLE CONCLUSIONI DELLA TAVOLA ROTONDA
- 10.2 RACCOMANDAZIONI PRINCIPALI

RINGRAZIAMENTI

SOMMARIO ESECUTIVO

In un'epoca di crescente competitività economica internazionale, la qualità delle scuole elementari e secondarie americane potrebbe determinare se i nostri figli svolgeranno una professione altamente remunerata e specializzata, che apporta un valore significativo all'interno dell'economia globale del ventunesimo secolo, oppure competeranno con i lavoratori dei paesi in via di sviluppo per la fornitura di prodotti e di servizi a basso valore aggiunto, a una retribuzione paragonabile a quelle degli operai del terzo mondo.

Inoltre è opinione diffusa che i lavoratori nel prossimo secolo avranno bisogno di un più vasto repertorio di competenze specifiche, ma anche della capacità di acquisire velocemente nuove conoscenze, di risolvere nuove problematiche e di applicare la propria creatività e capacità critica nell'ideazione di nuovi approcci ai problemi esistenti.

Sono stati suggeriti diversi approcci per il miglioramento della didattica K-12 negli Stati Uniti e un elemento comune a molti di tali progetti è un più esteso ed efficace utilizzo del computer, delle reti e di altre tecnologie, in supporto ad un vasto programma di riforma del sistema e dei corsi di studio. Comunque durante un periodo in cui la tecnologia ha fondamentalmente trasformato gli uffici americani, le aziende e la vendita al minuto, il suo impatto all'interno delle aule scolastiche nazionali è stato generalmente piuttosto modesto.

Nell'aprile del 1995 è stata istituita una Commissione per l'Educational Technology sotto gli auspici del Comitato dei Consiglieri del Presidente sulla Scienza e la Tecnologia, per fornire una consulenza indipendente al Presidente sulle questioni legate all'applicazione delle varie tecnologie (e in particolare delle tecnologie interattive del computer e di rete) all'interno della didattica K-12 negli Stati Uniti. I suoi risultati e suggerimenti sono basati su un'analisi (non esaustiva) della letteratura sulla ricerca e sulle relazioni scritte e i rapporti privati alla Casa Bianca ad opera di numerosi ricercatori accademici e industriali, di insegnanti in servizio, di sviluppatori di software, di agenzie governative, di organizzazioni professionali e industriali coinvolte in vario modo nell'applicazione della tecnologia alla didattica.

All'interno del presente rapporto sono offerte in vari punti numerose raccomandazioni su diversi aspetti dell'uso della tecnologia all'interno delle scuole elementari e secondarie degli Stati Uniti. La lista qui di seguito riportata riassume le

raccomandazioni strategiche di alto livello che la Commissione ritiene siano le più importanti:

1. Focalizzazione non sulla tecnologia bensì sull'apprendimento mediante la tecnologia. Benché entrambe siano degne di attenzione, è importante distinguere tra la tecnologia quale area di studio e l'utilizzo della tecnologia per facilitare l'apprendimento in qualsiasi area di studio. Mentre le competenze legate al computer saranno indubbiamente molto importanti nel ventunesimo secolo, e mentre tali competenze saranno insegnate certamente al meglio mediante l'effettivo uso del computer, è altresì importante che la tecnologia sia integrata in tutti i corsi di studio del K-12 e non semplicemente usata per impartire conoscenze e competenze legate alla tecnologia. Sebbene l'alfabetizzazione tecnologica universale sia uno scopo nazionale lodevole, la Commissione ritiene che l'Amministrazione dovrebbe lavorare verso un uso delle tecnologie di calcolo e di rete per migliorare la qualità della didattica in ogni ambito.
2. Enfatizzare il contenuto e la didattica, e non solamente l'hardware. Una vasta disponibilità dei moderni strumenti di calcolo e collegamenti in rete sarà certamente necessaria se la tecnologia deve tenere fede alla propria promessa, ma le sfide più importanti sono rappresentate probabilmente dallo sviluppo e dall'utilizzo di software didattici e di risorse informatiche utili, e dall'adattamento dei curricula ad una applicazione efficace della tecnologia. Si dovrebbe porre particolare attenzione al potenziale ruolo della tecnologia nel perseguimento degli scopi dell'attuale riforma didattica mediante l'uso di nuovi metodi didattici che si focalizzano sullo sviluppo di un pensiero di ordine superiore e di competenze di problem-solving. Se, da un lato, bisogna riconoscere l'obsolescenza e l'inaccessibilità dei sistemi informatici, un rapporto studente /computer al di sotto del livello ottimale e una carenza di appropriate infrastrutture e di connessioni alla rete, rimane comunque importante non consentire che tali problemi distolgano l'attenzione dalle modalità con cui la tecnologia dovrebbe realmente venire impiegata in un contesto didattico.
3. Dare speciale attenzione allo sviluppo professionale. Gli investimenti sostanziosi in hardware, infrastrutture, software e relativi apparati didattici, che si raccomandano in questa relazione saranno ampiamente sprecati se gli

insegnanti del K-12 non verranno forniti della formazione e del supporto di cui necessiteranno per integrare in maniera efficace le tecnologie informatiche all'interno del loro insegnamento. Attualmente, solo circa il 15 % del budget per la educational technology viene riservato alla formazione professionale. Questo dato dovrebbe aumentare fino almeno al 30 %. Gli insegnanti dovrebbero essere forniti di continua formazione, di consulenze di supporto e del tempo necessario affinché loro stessi familiarizzino con i software e relativi materiali a disposizione, per poter incorporare la tecnologia all'interno dei loro piani di insegnamento e per poter discutere sull'applicazione della tecnologia con gli altri insegnanti. Infine sia la leadership presidenziale che i fondi federali dovrebbero venire mobilitati per aiutare le scuole preposte alla formazione degli insegnanti della nostra nazione, ad incorporare la tecnologia nei loro corsi di studi, in modo da essere in grado di preparare la futura generazione di insegnanti americani ad utilizzare efficacemente la tecnologia.

4. Impegnarsi in bilanci realistici. La Commissione ritiene che almeno il 5% di tutta la spesa pubblica per la didattica K-12 negli Stati Uniti (o approssimativamente 13 miliardi di dollari al valore costante del 1996) dovrebbe essere riservata a spese connesse alla tecnologia; un aumento rilevante rispetto all'attuale livello del 1.3 %. Siccome l'ammortamento delle spese di acquisizione iniziale coprirà solamente una minima parte delle spese qui proposte, le scuole dovranno provvedere all'aumento delle spese tecnologiche all'interno dei loro budget operativi, piuttosto che affidarsi unicamente a prestiti obbligazionari unici e a campagne per il reperimento di fondi. Il volontariato e le donazioni di apparecchiature aziendali possono essere, in particolari circostanze, sia di beneficio diretto che indiretto, ciò nonostante la politica della Casa Bianca dovrebbe basarsi sulla valutazione realistica dei limiti dei contributi economici diretti che tali sforzi si può sopportare. L'Amministrazione dovrebbe continuare a considerare l'educational technology un investimento con un profitto insolitamente alto (sia in termini economici che sociali) per il futuro dell'America, mentre cerca di fare aumentare il profitto su quell'investimento, promuovendo la ricerca sovvenzionata federalmente, mirata a migliorare la resa della tecnologia in termini di costi, all'interno del sistema nazionale di scuole elementari e secondarie.

5. Assicurare un accesso equo e universale. L'accesso alla costruzione della conoscenza e agli strumenti della comunicazione basati sulle tecnologie di calcolo e di rete, dovrebbe essere reso disponibile a tutti gli studenti della nostra nazione, indipendentemente dallo stato socioeconomico, dalla razza, dall'etnia, dal genere o dai fattori geografici. Si dovrebbe inoltre dare particolare attenzione all'uso della tecnologia da parte di quegli studenti che hanno specifiche esigenze. La spesa "Articolo 1" per gli investimenti relativi alla tecnologia a favore di studenti che si trovano in situazioni economicamente sfavorevoli, dovrebbe essere mantenuta ad un livello non inferiore rispetto a quello attuale, con eventuali aggiustamenti in relazione all'inflazione, all'aumento delle iscrizioni scolastiche in America e al previsto aumento nella spesa generale nazionale per la educational technology del K-12. Gran parte dell'uso didattico del computer ha ora luogo all'interno delle abitazioni, e il livello di possesso domestico di computer differisce notevolmente tra gli studenti di diverso gruppo razziale, etnico e stato socio economico; pertanto si dovrebbero considerare anche alcune misure di politica pubblica che potessero aiutare a ridurre lo squilibrio nell'accesso degli studenti alla tecnologia informatica al di fuori della scuola.

6. Intraprendere un grande programma di ricerca sperimentale. La Commissione ritiene che un programma a larga scala di ricerca rigorosa e sistematica sull'istruzione in generale, e sull'educational technology in particolare, si dimostrerà alla fine necessario per assicurare sia l'efficacia che l'efficienza in termini di costi, dell'uso della tecnologia all'interno delle scuole della nazione. I livelli di finanziamento per la ricerca didattica, comunque, sono stati fino ad ora pericolosamente bassi. Ad esempio: mentre circa il 23 % delle spese per i farmaci, sia da banco che no, negli Stati Uniti, nel 1995, è stato utilizzato a favore della ricerca farmaceutica, meno dello 0.1 % delle spese nella nostra nazione per l'educazione elementare e secondaria, nello stesso anno è stata investito per determinare quale tecnica didattica effettivamente funzioni e per trovare il modo per migliorarla.

La Commissione propone con forza che questo valore venga alzato almeno fino allo 0.5 % (o di circa 1.5 miliardi di dollari all'anno, ai livelli attuali di spesa). Siccome nessuno singolo stato, comune o azienda privata potrebbe sperare di ottenere se non una piccolissima parte dei benefici connessi ad un significativo avanzamento nella nostra comprensione di come sia meglio educare gli studenti

K-12, tale finanziamento dovrà essere fornito per lo più a livello federale, per poter evitare un investimento sistematico al di sotto del livello ottimale per la nazione.

Per assicurare una maggiore eccellenza scientifica, integrità intellettuale e indipendenza dall'influenza politica, il programma di ricerca dovrebbe essere pianificato e supervisionato da una Commissione indipendente e autonoma di esperti esterni indicati dal Presidente, e dovrebbe comprendere:

1. una ricerca di base in varie discipline connesse all'apprendimento e su varie tecnologie che abbiano una rilevanza didattica;
2. una ricerca ai primi stadi mirata a sviluppare nuove forme di software didattici con relativi apparati, e una didattica resa possibile dalla tecnologia tecnologia;
3. studi empirici a larga scala, rigorosi, ben controllati e sottoposti a referaggi, mirati a determinare quale approccio didattico sia più efficace nella pratica. La Commissione, comunque, raccomanda che lo sviluppo della tecnologia all'interno delle scuole americane non sia posposto al completamento di tale ricerca.

Infine bisogna notare che la Commissione appoggia fortemente i programmi appartenenti alla "Educational Technology Initiative" del Presidente, la quale mira a fornire alle scuole della nostra nazione computer moderni, connessioni in rete a scala locale e allargata, contenuti didattici di alto livello e un'appropriate preparazione degli insegnanti, che sarà necessaria, se le tecnologie informatiche dovranno essere efficacemente applicate per migliorare l'apprendimento. Nell'ambito della ricerca e della valutazione, comunque, la Commissione crede che si debba ancora fare molto. Mentre il tipo di programma di ricerca scientifica individuato dalla Commissione stessa richiederà un ricco finanziamento, tale programma si potrebbe rivelare critico per la sicurezza economica delle future generazioni americane e dovrebbe pertanto avere una forte priorità nonostante le attuali pressioni economiche legate al budget.

1. INTRODUZIONE

Mentre l'importanza di assicurare ai figli d'America una adeguata educazione è chiara da molto tempo, questo impegno ha assunto negli ultimi quindici anni circa un senso di particolare urgenza. La competitività globale allargata e la ristrutturazione delle aziende hanno attirato l'attenzione sull'importanza di preparare le future generazioni americane affinché diano valore aggiunto ad una economia mondiale sempre più integrata. Durante questo stesso periodo, comunque, sono state sollevate numerose serie preoccupazioni a riguardo della effettiva capacità del sistema didattico americano di far fronte a questa sfida.

Mentre sono stati suggeriti numerosi approcci per il miglioramento della didattica K-12 negli Stati Uniti, un elemento comune a molti di questi diversi progetti è l'uso più esteso e più efficace dei computer, della rete e delle altre tecnologie come supporto ad un vasto programma di riforma del sistema e dei curricoli. Tali proposte sono state motivate in parte da esempi specifici di applicazione efficace e di successo della tecnologia all'educazione, e in parte si è osservato più in generale, che durante un periodo in cui la tecnologia ha trasformato in maniera fondamentale gli uffici, le aziende e le strutture di vendita al minuto d' America, il suo impatto all'interno delle aule scolastiche della nazione è stato, generalmente, piuttosto modesto. (2)

Gli scopi del 2000: l'Educate America Act, (3) è stato trasformato in legge nel 1994, e conteneva numerosi provvedimenti intesi a promuovere l'applicazione della tecnologia all'interno delle scuole elementari e secondarie americane . Il Presidente Clinton da allora ha annunciato molti ulteriori programmi che cercano di stabilire varie forme di collaborazione cooperativa che coinvolgano il governo federale, gli stati, le comunità locali, le singole scuole e i distretti scolastici, così come i settori privati, con lo scopo di mobilitare la tecnologia al servizio della didattica K-12. Nel contesto di queste varie iniziative, la Commissione sulla educational technology è stata costituita nell'aprile del 1995 con gli auspici del Comitato dei Consiglieri del Presidente sulla Scienza e la Tecnologia (PCAST), per fornire una consulenza indipendente al Presidente sulle questioni correlate all'applicazione delle varie tecnologie (e in particolare le tecnologie interattive basate sui computer e sulla rete) all'istruzione elementare e secondaria negli Stati Uniti (4).

La Commissione è composta da sette membri del PCAST e da 5 esterni esperti nel campo dell'educational technology, ed è stata assistita nelle sue attività da un piccolo staff operativo e di ricerca.

Durante il corso di queste indagini, la Commissione ha revisionato una cospicua quantità di materiale già esistente sull'argomento della educational technology e ha sollecitato l'apporto di ulteriori materiali scritti, provenienti da numerosi ricercatori accademici ed industriali, da insegnanti in servizio, da sviluppatori di software, da agenzie governative e da organizzazioni professionali e industriali, coinvolte in vari modi nell'applicazione della tecnologia alla didattica. Un gruppo più piccolo di individui, scelti da ognuna di queste categorie, fu poi invitato ad incontrarsi con i membri e lo staff della Commissione in sessioni che venivano svolte alla Casa Bianca nell'ottobre 1995 (5). Le principali risultanze e proposte della Commissione sono incluse all'interno di questo rapporto.

Il rapporto inizia con una breve discussione sulla natura dei problemi che si pongono nell'istruzione elementare e secondaria negli Stati Uniti, e sul ruolo che la tecnologia potrebbe svolgere nella soluzione di tali problemi. La sezione 3 offre un'analisi sull'hardware di calcolo e di telecomunicazioni (e, egualmente importante, sulle infrastrutture ad esso associate e sul supporto tecnico) attualmente distribuito all'interno delle scuole della nazione, e considera i modi in cui queste risorse dovranno essere ampliate se la educational technology dovrà essere mobilitata in nome di tutti gli studenti del K-12. Nella sezione 4 vengono considerati i modi in cui le tecnologie informatiche vengono effettivamente applicate all'interno delle nostre scuole e vengono identificate numerose sfide legate al software, ai suoi contenuti e ai metodi didattici.

Si continua poi con la sezione 5, con un'analisi sul ruolo degli insegnanti delle scuole elementari e secondarie all'interno di un ambiente didattico altamente tecnologizzato, e sul loro sviluppo professionale; del supporto continuo e di altre risorse che si dimostreranno necessarie se gli insegnanti dovranno integrare in maniera efficace la tecnologia all'interno dei loro corsi di studio. I costi attuali e preventivati legati all'introduzione e a un uso continuato della tecnologia all'interno delle scuole nazionali, sono valutati nella sezione 6 e sono analizzati in termini di produttività didattica e di profitto sull'investimento. La sezione 7 prende in esame gli elementi e la realtà di un accesso equo alla educational technology, rivedendo le disuguaglianze attuali e previste in base allo status socio-economico, all'etnia, alla razza, al genere, al successo scolastico e alle esigenze degli studenti speciali; e considera alcuni degli strumenti politici che possono essere applicati per minimizzare l'ampiezza e l'impatto di queste disuguaglianze.

La sezione 8 si focalizza sulla necessità di una ricerca scientifica rigorosa, che si proponga di valutare l'efficacia e l'efficienza, in rapporto ai costi, di approcci alternativi nell'uso della tecnologia all'interno della didattica; su quanto la ricerca dovrebbe essere finanziata a livello federale; sul modo in cui questa possa essere meglio organizzata e amministrata. Gli attuali programmi federali nell'area della educational technology vengono analizzati nella sezione 9, con una particolare attenzione alla direzione verso cui tali sforzi dovrebbero essere rivolti ed estesi, affinché la cosa sia proficua. Le risultanze della Commissione e i suggerimenti più importanti vengono infine riassunti nella sezione 10.

2. IMPORTANZA POTENZIALE

Poiché un uso efficace della tecnologia all'interno delle scuole elementari e secondarie d'America avrà bisogno di investimenti sostanziosi in fondi pubblici, sembra appropriato iniziare il nostro dibattito con un esame critico della ragione fondamentale di questi investimenti. Mentre si deve ancora imparare moltissimo sull'applicazione ottimale della tecnologia all'interno della didattica k-12, la Commissione crede che l'Educational Technology sia estremamente impellente, in considerazione dei particolari problemi economici e sociali critici che la nostra nazione sta affrontando e in considerazione del peso di una testimonianza sul potenziale contributo della tecnologia nei confronti della soluzione di tali problemi.

2.1 PROBLEMI SERI

Mentre la continua espansione del commercio internazionale ha il potere di conferire un sostanziale beneficio a lungo termine alle aziende e ai lavoratori americani, esso però presenta anche numerose sfide. Con la caduta delle barriere commerciali e con l'aumento del volume delle transazioni oltre confine, i nostri figli si troveranno a competere in maniera sempre più diretta con i cittadini di altri paesi nel fornire materiali e servizi all'interno del mercato mondiale. Infatti gli effetti della competizione internazionale si sono già evidenziati nella (permanente o temporanea) perdita del ruolo che gli Stati Uniti svolgevano nel mercato, a favore di concorrenti economici europei ed asiatici, per quanto riguarda determinati ambiti industriali; si sono avuti miglioramenti della produttività indotti dalla concorrenza, miglioramenti che, se pur sicuramente benefici a lungo termine, sono stati però accompagnati in alcuni casi da

"ridimensionamenti corporativi" e insicurezze economiche per quanto riguarda i lavoratori americani.

Benché sembri abbastanza improbabile che gli Stati Uniti possano capovolgere la tendenza secolare verso l'integrazione economica globale, anche se lo ritenesse nel proprio interesse, noi possiamo comunque fare molto per influenzare il ruolo che gli americani svolgono all'interno dell'economia mondiale integrata del futuro. In particolare, le decisioni che noi possiamo prendere oggi, rispetto all'istruzione dei nostri figli, determinerà in larga parte se questi saranno pronti a svolgere mansioni ad alto rendimento economico e ad alta competenza, che aggiungano un valore significativo all'interno del mercato mondiale, o se siano invece costretti a competere con i lavoratori dei paesi in via di sviluppo (dove la produzione economica avrà probabilmente una crescita costante nel tempo) per la fornitura di prodotti e di servizi a basso valore aggiunto.

Il pericolo che si prospetta davanti a questo tipo di scenario risiede non solo nel potenziale effetto che può avere sull'introito nazionale lordo del nostro paese, ma sulle potenziali disuguaglianze senza precedenti (almeno per quanto riguarda l'esperienza americana), e sulle entrate e sul benessere degli americani che potrebbe mettere a repentaglio la stabilità politica di cui la nostra nazione gode da lungo tempo. Il tessuto sociale e la forma democratica di governo del nostro paese non sono mai stati messi alla prova di sostenere l'estrema bimodalità di stanziamento delle risorse che può verificarsi (almeno in assenza di interventi redistributivi aggressivi), nel caso in cui una percentuale relativamente ridotta della nostra popolazione si trovasse in possesso degli strumenti necessari per intraprendere attività economiche altamente remunerative, mentre una sostanziale maggioranza di tale popolazione fosse costretta a competere con i lavoratori non specializzati o parzialmente specializzati dei paesi in via di sviluppo, che possono comunque offrire il proprio operato a un costo (assestato in base all'inflazione) di meno di un dollaro all'ora.

Queste osservazioni hanno delle implicazioni non solamente per quanto riguarda la nostra capacità di istruire la popolazione, ma anche su come lo facciamo. In particolare è opinione diffusa che, tra gli altri fattori, un'accelerazione continuativa del ritmo dell'innovazione tecnologica produrrà cambiamenti più frequenti nelle conoscenze e nelle competenze di cui i lavoratori avranno necessità se dovranno svolgere ruoli di alto livello all'interno dell'economia globale del ventunesimo secolo. I nostri figli pertanto dovranno essere preparati con un maggiore repertorio di

competenze specifiche, e dovranno anche acquisire la capacità di acquisire velocemente nuove conoscenze, di risolvere nuovi problemi e di utilizzare la creatività e il pensiero critico nello sviluppo di nuovi approcci ai problemi esistenti. Usando le parole di Frank Withrow, direttore di tecnologie dell'apprendimento al Council of Chief State School Officers "la forza lavoro negli Stati Uniti non ha bisogno di "persone che sanno", ha bisogno di "persone che apprendono"(6).

2.2 IL RUOLO DELLA TECNOLOGIA NELLA DIDATTICA

Mentre l'introduzione della tecnologia in sé non migliorerà la qualità dell'istruzione americana, ci sono, secondo la Commissione, diversi modi attraverso cui la tecnologia può essere utilizzata quale strumento potente in riferimento ai problemi sopra citati.

Una degli iniziali intuizioni all'interno delle applicazioni didattiche della tecnologia fu che i sistemi interattivi basati sul computer ammettono la possibilità di individuare il processo didattico che si adatta meglio ai bisogni, agli interessi, alle propensioni, alle conoscenze attuali e allo stile di apprendimento di ogni singolo studente. Anche negli iniziali sistemi didattici assistiti informaticamente e basati sul drill-and-practice, in cui lo studente era esposto a una successione di blocchi di materiale testuale e rispondeva a una serie di domande che gli venivano poste dal computer, si offrivano i vantaggi dell'istruzione autoregolata. Tra l'altro, l'autoregolazione supera il problema che l'insegnante indirizzi la sua presentazione a un ipotetico studente "medio", lasciando indietro parte della classe, mentre altri studenti si annoiano, si impigriscono e si distraggono.

In questi ultimi anni, comunque, molti ricercatori hanno cominciato a focalizzarsi sul potenziale della tecnologia per sostenere certi cambiamenti fondamentali nei modelli didattici, che stanno sotto al nostro approccio tradizionale all'impresa dell'istruzione. All'interno di questo paradigma "costruttivista" (7):

* maggiore attenzione viene data all'acquisizione di un pensiero di livello superiore e di competenze di problem solving, e minore enfasi viene posta sull'assimilazione di un coroso insieme di fatti isolati".

* Le competenze di base vengono apprese non in isolamento, ma nel momento in cui si intraprendono (spesso su una base collaborativa) compiti di più alto livello che riguardano il "mondo -reale", la cui esecuzione richiede l'integrazione di un certo numero di competenze.

* Le fonti di informazione sono rese accessibili allo studente nel momento in cui esse diventano effettivamente utili nell'esecuzione di un particolare compito. Vengono affrontati sempre meno argomenti di quanto accada nel tipico corso di studio tradizionale, ma questi argomenti sono spesso esplorati a livelli molto più profondi.

* Lo studente assume un ruolo centrale, divenendo un attivo architetto della propria conoscenza e delle proprie competenze, piuttosto che colui che assorbe in maniera passiva le informazioni offerte dall'insegnante.

Alcuni degli specifici modi in cui la tecnologia può essere utilizzata all'interno del contesto del corso di studio costruttivista vengono analizzate nella sezione n°4.

In maniera molto diversa da come viene usata da parte degli studenti, la tecnologia può servire come strumento potenzialmente importante per gli insegnanti, i quali possono utilizzare il computer e gli strumenti di rete per:

- monitorare, guidare e accertare il progresso degli studenti;
- mantenere dei portfoglio del lavoro degli studenti;
- preparare materiale (sia informatico che tradizionale) da utilizzare in classe;
- comunicare con gli studenti, i genitori e gli amministratori;
- scambiare idee, esperienze, e materiali di studio con gli altri insegnanti;
- consultarsi con esperti in numerosi ambiti;
- accedere a database a distanza e acquisire software didattici attraverso Internet;
- ampliare ulteriormente la loro conoscenza e la loro capacità professionale.

Così come viene notato nella sezione 4.4, un approccio comprensivo ai processi di apprendimento, può anche includere l'uso della tecnologia da parte dei genitori e di altri membri della comunità (fisicamente vicini o geograficamente distanti). Mentre la Commissione si è occupata dell'uso della tecnologia dell'informazione all'interno dell'amministrazione scolastica solamente incidentalmente, bisogna comunque notare che un efficace utilizzo della tecnologia può produrre un "ufficio secondario" efficiente e significativo per le scuole, liberando risorse da applicare nelle attività specifiche per l'apprendimento.

2.3 LA PROMESSA DELLA EDUCATIONAL TECHNOLOGY

Benché la nostra comprensione dell'efficacia delle varie applicazioni dell'educational technology rimanga incompleta, la ricerca di cui disponiamo, associata a rapporti aneddotici delle esperienze positive di numerose scuole, suggeriscono che la tecnologia possa effettivamente avere il potenziale per svolgere un ruolo importantissimo nella trasformazione dell'istruzione elementare e secondaria negli Stati Uniti.

Mentre un dibattito sulla letteratura della ricerca (e sulla necessità di ulteriore ricerca) viene rinviato alla sezione 8, alcuni esempi tra i meglio conosciuti di applicazioni riuscite della tecnologia alla didattica K-12 ci possono aiutare ad avere una sensazione positiva nei confronti del potenziale dell'educational technology (8):

* Blackstock Junior High School (California): questa scuola ha 10 "classi in gamba", compresa una in cui gli studenti possono utilizzare software di disegno computerizzato (CAD) per descrivere i prodotti che vengono poi fabbricati utilizzando un sistema di manifattura flessibile, controllata al computer. Sono stati riscontrati voti più alti e maggiori successi per quanto riguarda la comprensione, la motivazione e l'atteggiamento del corpo studentesco a predominanza ispanica.

* Carrollton City School District (Georgia): la tecnologia del computer viene utilizzata in questo distretto scolastico all'interno di un innovativo programma che è riuscito a ridurre il tasso di abbandono scolastico dal 19% al 5%, e il grado di insuccesso scolastico nella materia "algebra" al 9° grado, dal 38% al 3% .

* Carter Lawrence School (Tennessee): gli studenti di classi selezionate all'interno di questa scuola media di Nashville hanno utilizzato la tecnologia in molti modi quale parte di un programma denominato "School For Thought" ("Scuole per il pensiero"), che si basa fondamentalmente sui principi costruttivisti. I partecipanti a questo SFT di sesto grado hanno ottenuto voti più alti nei test standardizzati di valutazione dell'apprendimento rispetto agli studenti di classi analoghe di stesso livello; e hanno inoltre dimostrato competenze di pensiero critico sostanzialmente più consistenti in complesse valutazioni di profitto che coinvolgevano compiti di lettura e scrittura di alto livello. Tra gli studenti dell'SFT si era drasticamente ridotto anche il grado di assenteismo e di ritiro dalla scuola.

* Christopher Columbus Middle School (New Jersey): forse l'esempio più largamente pubblicizzato di un'applicazione riuscita della educational technology; questa scuola interna alla città di Union City ha applicato dei programmi di riforma che (insieme ad altre importanti trasformazioni) hanno fornito a tutti gli studenti di settimo grado e agli insegnanti, un accesso all'informatica e ad Internet sia a scuola che a casa. L'esito scolastico del 91% della sua popolazione, costituita da studenti ispanici tra i quali la maggior parte proveniva da una situazione economicamente svantaggiata, è migliorata da un livello significativamente inferiore alla media nazionale a uno in qualche modo superiore, sia per quanto riguarda la lettura, l'espressività linguistica, la matematica.

* Clearview Elementary School (California): un programma di ristrutturazione, che implicava l'utilizzo di una tecnologia avanzata, ha prodotto un innalzamento dei voti dei test di profitto standardizzati dal 10% quale più basso, al 20% .

* East Bakersfield High School (California): un programma scuola-lavoro all'interno di questa scuola ha fatto ampio uso della tecnologia per fornire al 60% del corpo studentesco ispanico (compresi molti studenti che avevano competenze della lingua inglese molto limitate) le competenze necessarie ad ognuna delle 5 specializzazioni. Tutto ciò ha prodotto un aumento dei diplomati e delle collocazioni professionali.

* Northbrook Middle School (Texas): un team interdisciplinare applica le tecnologie di calcolo e della rete per insegnare il pensiero critico e le competenze di problem solving alla popolazione studentesca di questa scuola, che è costituita principalmente da figli di lavoratori immigrati, il 76 % dei quali si trova in situazioni economiche svantaggiate.

Gli esiti di quest'esperienza dimostrano un miglioramento significativo dei risultati dei test.

* Ralph Bunche School (New York): in questa scuola elementare, che ospita principalmente una popolazione nera di estrazione povera e residenti ispanici del centro di Harlem, è stata applicata la tecnologia dell'informazione all'interno di un programma di lavoro di collaborazione e di progettazione, applicato a una popolazione di 120 studenti scelti a caso. Questi studenti hanno superato un gruppo di controllo di 10 punti percentuali in matematica negli esami standard di New York City. E' stato anche riportato un progresso nella capacità di problem solving .

* Taylorsville Elementary School (Indiana): l'apprendimento autoregolato e individualizzato é l'elemento centrale di questa scuola suburbana, i cui studenti provengono in gran parte dalle famiglie bianche della piccola e media borghesia. La tecnologia viene utilizzata per supportare un progetto condotto da un team composto da studenti di varie età. Vengono utilizzati l'accesso a Internet e sofisticati strumenti di recupero basati sul computer per favorire le ricerche autogestite degli studenti. Pur essendo questo un programma relativamente giovane, sono stati riscontrati numerosi miglioramenti nei punteggi degli esami, insieme a un aumento significativo dell'interesse degli studenti e dell'entusiasmo nei confronti dell'apprendimento.

Infine, sarà necessaria una ricerca rigorosa, sistematica e ben controllata per identificare i fattori specifici responsabili di questi esiti apparentemente positivi, e per accertare il grado della loro applicabilità e generalizzazione. La maggior parte dei ricercatori e dei docenti coinvolti nell'ambito della educational technology, comunque, sono già convinti che le tecnologie informatiche hanno il potenziale non solo di migliorare l'efficacia degli attuali metodi di insegnamento, ma anche forse, ed é ancora più importante, di sostenere i cambiamenti fondamentali in quei metodi didattici che potrebbero avere importanti implicazioni per le generazioni future americane.

3. HARDWARE E INFRASTRUTTURE

Benché le scuole elementari e secondarie negli Stati Uniti abbiano acquisito nuove strutture hardware relative a tecnologie di calcolo e di rete in maniera molto più veloce di quanto abbiano messo in cantina le vecchie forniture, l'accesso all'hardware moderno rimane uno scoglio significativo (anche se non l'unico) per una applicazione diffusa della tecnologia all'interno delle classi del K12. La quantità di apparecchiature disponibili agli scopi didattici rimane inferiore al livello ottimale, in relazione alla popolazione studentesca K-12 del paese, e gran parte di tali apparecchiature disponibili nelle scuole é obsoleta e di utilità estremamente limitata. Questo problema è aggravato da una carenza di appropriate infrastrutture per il funzionamento dei computer e delle reti, e da una carenza, all'interno delle scuole, di personale qualificato in grado di sostenere l'uso di questi strumenti.

3.1 COMPUTER E PERIFERICHE

Una delle stime di diffusione dei computer più comunemente applicate nelle scuole americane è costituita dal rapporto tra studenti e computer. Nel corso degli anni, da quando sono stati diffusi i PC basati sui microprocessori, questo rapporto è diminuito in maniera significativa, scendendo da 125 nell'anno scolastico '83-'84 a 10.5 nel '94-'95. Questo dato comunque non raggiunge ancora il rapporto di 4 a 5 studenti per computer (che è stato raggiunto solo da un numero estremamente basso di scuole pubbliche americane), che molti esperti ritengono rappresenti un livello ragionevole per avere un utilizzo efficace dei computer all'interno delle scuole. Le scuole medie dispongono di un accesso inferiore ai computer (per singolo studente) rispetto agli istituti superiori, e le scuole elementari hanno un rapporto studente/computer ancora più alto.

A causa della relativa scarsità di attrezzature informatiche, risulta che la maggior parte delle scuole colloca i computer non all'interno delle singole aule, ma in un laboratorio specializzato che viene condiviso da tutte le classi (10). Se l'uso dei laboratori viene pianificato con attenzione, questo tipo di organizzazione può offrire la possibilità di risparmi sui costi, grazie a un maggiore utilizzo dell'attrezzatura. D'altro canto, questa collocazione dei computer scolastici all'interno di un laboratorio rende più difficile utilizzare tali strumenti, quale parte integrante delle varie materie scolastiche (11). Circa la metà di tutti gli insegnanti ha almeno un computer in classe, ma la maggior parte non ne ha più di due, rendendone estremamente difficile l'utilizzo da parte di singoli studenti o di piccoli gruppi.

Il problema dell'accesso ai computer viene aggravato dal fatto che gran parte dei sistemi informatici attualmente in uso nelle scuole pubbliche sarebbe considerata obsoleta secondo gli standard del settore privato (12).

Queste macchine sono in grado di utilizzare determinate applicazioni didattiche di base (compreso alcuni sistemi di drill-and-practice), ma pochi software si stanno costruendo, per non dire nessuno, per queste piattaforme; e, in ogni caso, non sarebbero in grado di supportare le attuali applicazioni didattiche più interessanti. Un'analisi del 1992 svolta dall'International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) (12) ha messo in luce che solamente il 20 % di tutti i computer scolastici erano forniti di hard disk, rendendo pertanto ancora più limitata

la gamma di software e database accessibili. Circa il 90 % di tutte le stampanti in possesso delle scuole americane si basavano sulla tecnologia dot-matrix (ad aghi), limitando in maniera significativa sia la velocità che la qualità dell'out-put digitale, e le stampanti laser erano assai rare, soprattutto nelle scuole elementari e medie.

Un provvedimento proposto per superare la scarsità di attrezzatura informatica all'interno delle scuole è la donazione di strumenti di seconda mano da parte delle aziende che le sostituiscono con modelli più recenti. Se, in presenza di determinate circostanze è possibile che un tale sforzo possa essere benefico, la Commissione ritiene, per molte ragioni, che non possa avere un grande effetto per la soluzione dei problemi riguardanti la dotazione hardware di computer che le scuole americane si trovano ora a dover affrontare. In primo luogo, questa attrezzatura sarebbe almeno indietro di una generazione rispetto allo stato dell'arte al momento della donazione. Benché ciò possa rappresentare un miglioramento modesto nella situazione di molte scuole, noi riteniamo che il "gap di obsolescenza" tra i computer utilizzati nell'industria americana e i computer utilizzati nelle scuole, dovrebbe essere combattuto in maniera più aggressiva per porre termine all'isolamento tecnologico che ha fino ad ora limitato drasticamente la gamma di software e di funzionalità disponibili alla maggior parte delle scuole.

Forse in maniera meno ovvia, i costi netti dell'effettivo ciclo di vita dell'attrezzatura donata possono in effetti dimostrarsi più alti di quanto sarebbero per una nuova attrezzatura acquistata. A meno che una scuola riceva un numero notevole di macchine identiche, tali donazioni possono aumentare i costi in maniera sostanziosa, accrescendo il numero di piattaforme da integrare, da gestire e da mantenere, da parte del personale scolastico e distrettuale. Anche in assenza di queste considerazioni, l'attrezzatura più vecchia tende a essere più costosa delle macchine nuove per la sua manutenzione, un fattore che può essere significativo, in quanto il costo medio di gestione e di mantenimento di un sistema informatico durante il corso del suo ciclo vitale è stato dimostrato essere sorprendentemente alto relativamente all'hardware stesso (come si è dimostrato nella sezione 3.5).

Considerando questi costi meno evidenti, il valore netto di una fornitura donata da una azienda può, in realtà in alcuni casi, essere negativo, considerando in particolare la perdita di entrate pubbliche connesse alle deduzioni fiscali federali e statali reclamate dal donatore. Benché le sopraddette considerazioni non dovrebbero comunque precludere l'utilizzo di attrezzature donate (15), la

Commissione ritiene che sarebbe irrealistico da parte dell'Amministrazione aspettarsi che tali donazioni rendessero un contributo sostanziale al miglioramento dell'attuale scarsità di hardware moderno.

E' inoltre importante che i docenti e i politici vedano l'acquisto di attrezzature informatiche non come una spesa unica, ma come un costo continuato nel tempo. Benché sia difficile prevedere con certezza le trasformazioni tecnologiche nell'industria informatica, la vita utile di un computer, che va dai tre ai cinque anni (che è più del tipico ciclo vitale nell'industria) può rappresentare un'aspettativa realistica per le nostre scuole, presupponendo che i criteri per la sostituzione comprendano non solo il malfunzionamento dovuto al logorio, ma anche l'obsolescenza e l'incapacità di supportare i software attuali. In breve, sembra inevitabile che sarà necessario un significativo investimento di fondi a livello locale, statale, e/o federale per fornire e mantenere il tipo di hardware informatico di cui le nostre scuole necessiteranno per far fronte a una sensata riforma della didattica.

3.2 INFRASTRUTTURE NEGLI EDIFICI

Il vasto uso del computer, particolarmente là dove esistono collegamenti in rete locale (LAN), impone delle caratteristiche (sugli edifici scolastici) che in molti casi non erano previste al momento della costruzione (delle scuole). "Il nostro edificio, costruito nel 1948", sottolinea un intervistato in un'indagine del General Accounting Office, "fu fornito dell'impianto elettrico appena sufficiente per attivare un proiettore di cortometraggi."

La realizzazione di molte (anche se non tutte) di queste caratteristiche, esige la realizzazione di estese operazioni di messa a norma degli impianti vecchi e la costruzione di nuovi impianti elettrici costosi.

In primo luogo, mentre continua a diminuire il rapporto computer/studente, i computer, le periferiche e le altre tecnologie installate in ogni scuola assorbono più corrente (almeno in determinate località) di quanto gli impianti elettrici AC di molte scuole possano supportare (17), richiedendo il riadattamento di potenza elettrica supplementare negli edifici scolastici esistenti. Inoltre, la maggior parte delle reti locali attuali sono basati sull'uso del cavo per la trasmissione dei dati, una cosa per la quale pochissime scuole americane sono predisposte (18). L'accesso ad Internet e a reti su vasta area (WAN) farà sì che le scuole abbiano un impianto elettrico adatto ad una o più connessioni esterne, cosa che può essere fornita ad esempio o via

telefono o attraverso i cavi della televisione via cavo. La maggioranza delle aule americane, comunque, non ha nemmeno l'impianto per i telefoni (19), figuriamoci per le reti locali e per l'accesso a Internet.

La situazione è aggravata dal fatto che molte scuole hanno l'intercapedine di amianto nelle pareti, rendendo ancora più costoso un impianto elettrico, già in sé impegnativo, e la creazione delle canalette per i cavi. Benché gli sforzi di volontari, come nell'iniziativa Net Day 96 (che fu organizzata per collegare un gran numero di scuole californiane ad Internet), abbiano dimostrato il contributo che i membri della comunità e le unioni cooperative possono dare per attrezzare le nostre scuole con le infrastrutture necessarie per supportare il moderno lavorare in rete, sembra improbabile che tali sforzi possano risultare sufficienti, quale unico meccanismo per fornire un accesso globale a tutte le scuole della nazione.

Benché l'impianto elettrico permanente rappresenti una spesa inevitabile, un piano di mantenimento può almeno ovviare alla necessità di rifare gli impianti elettrici per adattarsi alla crescita futura e ai cambiamenti previsti nella tecnologia. Sebbene possa essere leggermente più costoso inizialmente, è importante che siano rese disponibili le risorse per permettere alle nostre scuole di installare ogni tipo di condotto flessibile, di canalette e di sistemi di cavi che supporteranno la successiva installazione di future generazioni di inter-conessioni a più alta velocità (basate sui cavi a fibre ottiche ad esempio), senza la necessità di grossi interventi estensivi sulle pareti delle aule. A questo riguardo faremmo bene a seguire l'esempio del giocatore di Hockey Wayne Gretzky il quale disse "io pattino verso il punto in cui ritengo si troverà il disco" (20).

Dovremmo anche tener presente che la collocazione di un numero significativo di computer all'interno della stessa stanza può sfociare in un'ulteriore dissipazione di calore, tanto da rendere necessario un condizionatore d'aria in quelle aule che al momento non hanno tale optional, o da richiedere la fornitura di capacità ulteriore di condizionamento in quelle che ce l'hanno. Inoltre il condizionatore d'aria consuma ulteriore corrente, aggiungendo costi alle spese di installazione e di intervento in questi sistemi di controllo ambientale.

In breve, fornire le nostre scuole di una configurazione didattica ottimale per quanto riguarda l'attrezzatura informatica e di rete renderà necessarie spese non indifferenti non solo per l'acquisto e il mantenimento di tale apparecchiatura, ma anche per quanto riguarda i collegamenti elettrici e il miglioramento di vecchi edifici in cui sono

localizzate le scuole, e questo per adattarle alla nuova tecnologia. La Commissione ritiene comunque che tali spese rappresentino un importante investimento per il futuro del sistema scolastico pubblico americano, e che sono legittimate dai presumibili profitti sociali ed economici ad esse associate.

3.3 RETI LOCALI DI AREA (LAN)

Le reti locali (LANs) sono importanti non solo per collegare tra loro computer, stampanti e altri strumenti all'interno della stessa scuola, facilitando importanti forme di comunicazione tra gli studenti, gli insegnanti, gli amministratori e il personale di supporto, ma anche per fornire molti, se non tutti, i computer di un accesso a sistemi situati in località remote mediante Internet o mediante altre reti a vasta area (WANs). Una ricerca del 1992 riporta che solo circa il 20% di tutti i computer scolastici erano connessi a una LAN, sebbene quasi un terzo di tutte le scuole elementari, e metà di tutte le scuole superiori dimostravano che almeno alcuni dei loro computer erano interconnessi in questa stessa maniera (21).

Potrebbe sembrare che l'utilizzo, da parte delle scuole del K-12, di computer collegati localmente stesse aumentando a un ritmo relativamente rapido: una analisi (forse non completamente comparabile) condotta poco tempo dopo da una organizzazione diversa, riscontrò che il 44% delle scuole elementari e il 66% delle scuole superiori avevano reti locali (22). L'utilizzo di LANs per scopi didattici (e non solo per scopi amministrativi) potrebbe sembrare che stia attraversando un periodo di aumento insolitamente rapido. Secondo una terza fonte, solo il 5% di tutte le scuole pubbliche utilizzavano LANs per l'insegnamento durante l'anno scolastico '91-'92; tre anni dopo questo valore era salito al 33% (23). Se i problemi di adeguati impianti elettrici costituisce un ostacolo per una connessione locale più diffusa, come viene notato nella sezione 3.2, è possibile che le tecnologie senza fili di reti locali, basate su una comunicazione in radiofrequenza a bassa potenza possa, in ultima analisi, fornire una alternativa percorribile per alcune almeno delle scuole più vecchie, in cui il sistema di cavi sarebbe complicato dall'amianto o da altri fattori. La prevista diminuzione dei costi delle interfacce e degli apparecchi per le reti senza fili, potrebbe essere determinante per una più diffusa adozione di queste tecnologie.

3.4 RETI ESTESE DI AREA (WAN)

Nell'autunno del 1995 circa la metà di tutte le scuole pubbliche aveva almeno una connessione a Internet, e circa l'11% era connessa a una rete su vasta area che

non era connessa a Internet (24). Sebbene sia incoraggiante che il 61% di tutte le scuole (salito rispetto al 49 % di solo un anno prima) siano ora connesse a reti a vasta area (WANS), permettendo almeno qualche forma di comunicazione con siti remoti, queste connessioni sono ora usate solo modestamente da parte degli insegnanti e sono spesso inaccessibili da parte degli studenti.

Mentre una grande maggioranza delle scuole con connessione a Internet riporta che il suo accesso è disponibile a tutti gli insegnanti, una analisi commissionata dalla National Education Association e da altri gruppi di istruzione, ha riscontrato che solo il 16 % di tutti gli insegnanti fanno effettivamente uso di Internet e dei servizi in rete. Anche tra le scuole che hanno accesso a un WAN, il 72% riferisce che gli insegnanti o non avevano mai usato questa rete o l'avevano usato pochissimo (26). Nei casi in cui le WANs siano rese accessibili agli studenti, l'accesso è fornito solamente all'interno di una biblioteca centralizzata, di un media center o di un laboratorio informatico, piuttosto che all'interno delle singole aule, dove sarebbe utilizzato in maniera più estesa, quale parte del processo dell'apprendimento quotidiano (27).

Internet è comunemente accessibile più nelle scuole secondarie che nelle scuole elementari e le scuole più grandi hanno più probabilità di essere collegate di quelle più piccole (28). Nella maggioranza di tutte le scuole con accesso a Internet, le connessioni vengono fatte attraverso i comuni modem; le connessioni a più alta velocità sono ancora molto rare (29). Fino a che le maggiori reti a banda larga non diventeranno accessibili in maniera più valida all'interno delle scuole, molte (attuali e future) applicazioni di Internet che hanno una componente audio e/o grafica estesa (e in particolare quelle che coinvolgono l'uso più massiccio degli effetti tridimensionali e delle immagini in movimento) rimarranno troppo lente per l'uso pratico.

Tra i principali fattori che determinano il grado di utilizzo che le scuole americane sono in grado di fare di Internet e delle altre reti a vasta area, è l'accessibilità dei servizi di telecomunicazione a prezzi ragionevoli, servizi di adeguata larghezza di banda, per supportare l'uso interattivo delle applicazioni basate sulle reti (comprese quelle con componenti multimediali).

Un ruolo fondamentale nella riduzione dei costi di accesso nelle scuole nazionali dovrebbe essere svolto anche da un sostenuto coinvolgimento federale nei confronti del mantenimento di un ambiente delle comunicazioni veramente competitivo; e questo non solo all'interno del mercato a lunga distanza, ma anche a livello locale.

Inoltre si dovrebbero prendere in considerazione misure pensate specificatamente per promuovere un accesso a Internet per le scuole americane, con particolare attenzione alle scuole situate nelle aree rurali più remote e a quelle che hanno a che fare con limitate risorse; queste misure potrebbero evitare loro collegamenti permanenti.

3.5 AMMINISTRAZIONE DEI SISTEMI E SUPPORTO TECNICO

E' stato stimato che il prezzo di acquisto di un sistema informatico rappresenta solamente il 20- 25 % del totale dei costi del suo ciclo vitale. La maggior parte del costo del ciclo vitale di tale sistema infatti é rappresentato dal costo di installazione, dalle spese di addestramento, di amministrazione del sistema, di supporto all'utente e dalla manutenzione dell'hardware e del software. La Commissione non è stata in grado di trovare dati attendibili che potessero far luce sulle differenze sistematiche tra i costi operativi riportati nell'industria e quelli vissuti nelle scuole elementari e secondarie; sembra comunque possibile che l'effettivo costo del ciclo di vita della gestione di un computer all'interno di un ambiente scolastico sia un multiplo intero del suo costo di acquisto originale, in vista proprio del periodo di servizio più lungo dei computer usati all'interno delle scuole.

Parti di questa spesa effettiva possono essere sostenute da molte scuole sotto forma di tempo del personale sottratto ad altre funzioni.

Un'analisi di una ricerca condotta nel 1992 dalla IEA ha riscontrato che solo il 6 % di tutte le scuole elementari e il 3 % di tutte le scuole secondarie ha coordinatori informatici a tempo pieno. Infatti solo circa il 40% di tutte le scuole ha almeno un dipendente il quale impiega tutto il suo tempo nella mansione ufficiale di gestire il sistema informatico (30). Nelle scuole che hanno accesso ad una rete a vasta area, il supporto viene comunemente fornito da un amministratore di rete part-time associato con quella scuola, sebbene alcuni WANs siano gestiti a un livello distrettuale (31). Quanto un insufficiente supporto alle reti locali e a vasta area abbia ritardato l'utilizzo diffuso della tecnologia all'interno delle scuole rimane poco chiaro, ma l'esperienza nel campo suggerisce che esso può effettivamente costituire un ostacolo significativo.

Di particolare rilevanza per le scuole é il fatto che il costo di mantenimento di un dato sistema informatico, tende ad aumentare nel tempo, specialmente tenendo presente le capacità funzionali o il valore di mercato dell'hardware in oggetto. Mentre parte di tale aumento é attribuibile all'invecchiamento dei componenti del sistema o del sistema

stesso, spesso questo effetto é aggravato (sempre in termini di valore relativo) da scoperte sempre più avanzate nell'ambito dei semiconduttori, dall'aumento delle memorie, dal progresso dell'industria informatica.

Le attrezzature più vecchie utilizzano più circuiti integrati , più circuiti stampati, e più parti mobili (drive, ventole di rinfrescamento e meccanismi di stampa, ad esempio) per realizzare la stessa quantità di potere di elaborazione, immagazzinamento di dati, e capacità di produzione. L'affidabilità del sistema tende ad essere inversamente correlata al numero dei componenti e alla quantità delle connessioni tra i componenti. Questa osservazione ha delle importanti implicazioni, per quelle iniziative di donazioni alle scuole di macchine ritirate dalle aziende, come si è detto nella sezione 3.1.

4. SOFTWARE, CONTENUTI E DIDATTICA

"Una delle difficoltà che permangono sulla tecnologia e la didattica, " afferma Martha Stone Wiske, codirettore dell' Educational Technology Center alla Harvard Graduate School of Education, "é che moltissime persone pensano prima alla tecnologia e successivamente, eventualmente, alla didattica" (32).

Se il governo federale deve svolgere un ruolo significativo nell'utilizzo della tecnologia in maniera efficace all'interno delle scuole elementari e secondarie, la diffusione e l'interconnessione dei computer all'interno delle reti locali e a vasta area non devono essere viste come fine a sé stesse. Infatti, un tale hardware, benché importante, é per molti versi meno centrale in una discussione sui fattori che determinano esiti favorevoli, di quanto lo siano i contenuti didattici, i modelli didattici e le strutture organizzative che definiscono il modo in cui l'hardware viene usato.

4.1 SISTEMI DI TUTORAGGIO BASATI SUL COMPUTER

Tra le prime applicazioni della tecnologia nel campo della didattica vi erano dei sistemi designati ad automatizzare certe forme di apprendimento. Tali sistemi, che furono inizialmente utilizzati a livello sperimentale durante gli anni '60, vengono comunemente denominati "istruzione assistita dal computer" (CAI) (termine attualmente generico e fuorviante).

In una applicazione CAI tipica , a uno studente vengono sottoposti piccoli blocchi di materiale didattico, infrapposti da domande intese a testare la comprensione da parte dello studente di specifici elementi del materiale. Le domande devono essere poste secondo lo schema "scelta multipla" o "vero/falso"; oppure in maniera tale per

cui le risposte siano semplici e concrete (come una quantità numerica), tali per cui possano essere interpretate dal sistema in maniera diretta.

Normalmente viene fornito un feedback agli studenti sulla precisione delle loro risposte alle singole domande, e spesso sulla padronanza dimostrata all'interno di una data materia. Come notato nella sezione 2.2, i sistemi CAI normalmente concedono allo studente almeno una parte del controllo del ritmo dell'istruzione. Tali sistemi inoltre supportano strutture "diramate", in cui la performance di uno studente su una domanda, o il grado di padronanza di una materia, determina la sequenza e, in alcuni casi, il livello di difficoltà del materiale didattico e delle domande che seguono. Ci si può soffermare sul materiale rispetto al quale lo studente dimostra difficoltà evitando inutili ripetizioni di argomenti che sono già stati acquisiti.

Sistemi CAI più intelligenti possono essere in grado di dedurre una immagine più dettagliata di ciò che lo studente comprende già oppure no, e di aiutare attivamente a diagnosticare e a correggere le incomprensioni e i modelli concettuali erronei dello studente. Se uno studente dimostra di avere difficoltà ad apprendere la sottrazione, ad esempio, il computer potrebbe riconoscere che sta sbagliando in maniera sistematica a "riportare un uno"; rende allora possibile l'offerta di ripetizioni private piuttosto che una semplice ripetizione del materiale didattico originario. Mentre i primi esempi promettenti di tali sistemi si sono già dimostrati in ambiti quali la matematica e la programmazione informatica, la realizzazione del totale potenziale di questo approccio necessiterà di significativi progressi nella ricerca in molti ambiti. In assenza di tale progresso, non è evidente se sistemi didattici altamente intelligenti saranno disponibili, prima o poi, per una distribuzione allargata all'interno delle scuole.

Benché parte del recente lavoro sui sistemi didattici basati sul computer si potrebbero facilmente dimostrare utili all'interno di uno schema costruttivista, i sistemi CAI convenzionali sono storicamente stati impiegati principalmente per l'istruzione individuale su competenze di base isolate, più frequentemente nella modalità "drill-and-practice". Le lezioni didattiche si sono generalmente focalizzate su una singola materia, piuttosto che sull'integrazione di una vasta gamma di competenze per risolvere complessi problemi, e sono state limitate alla durata dei classici 50 minuti.

L'approccio convenzionale ai CAI è spesso incorporato nei sistemi basati sulle reti, conosciuti come sistemi di apprendimento integrati (ILSs), la cui caratteristica è di

incorporare tecnologie di calcolo e di rete, sistemi software, apparati didattici e programmi di gestione e di registrazione delle attività svolte dagli studenti; il tutto fornito dallo stesso venditore. Nel 1990 circa 10.000 sistemi di questo tipo sono stati installati negli Stati Uniti, (33) e la penetrazione é attualmente stimata intorno al 30 % di tutte le scuole americane. Le attrezzature ILSs hanno visto un uso particolarmente cospicuo nell'insegnamento di recupero e nel contesto di programmazioni per coloro che erano didatticamente svantaggiati (34). Alcuni aspetti (positivi e negativi) di queste applicazioni sono discussi nella sezione 6.

4.2 IL MODELLO COSTRUTTIVISTA

Le applicazioni didattiche trattate nella sezione precedente sono per la maggior parte compatibili con i modelli didattici tradizionalmente utilizzati all'interno delle scuole nazionali. Negli anni più recenti comunque molti hanno lamentato che l'utilizzo delle nuove tecnologie per migliorare l'efficacia dei metodi di insegnamento tradizionali, nei migliori dei casi porterà a un progresso limitato (35). Questa opinione si fonda sulla promessa reale della tecnologia all'interno della didattica e risiede nel suo potenziale di facilitare dei mutamenti significativi, qualitativi, nella natura dell'insegnamento e dell'apprendimento.

Se la comunità di ricerca didattica non ha raggiunto alcun consenso sul miglior modo di educare i nostri figli, una gran parte di tale comunità si è trovata concorde negli ultimi anni su un insieme di principi pedagogici fondamentali che formano la base del paradigma costruttivista (introdotto brevemente nella sezione 2.2). Per contrasto con la visione più tradizionale dell'istruzione quale processo che coinvolge la trasmissione di fatti da un insegnante attivo a uno studente passivo, i costruttivisti ritengono che l'apprendimento si verifichi mediante un processo in cui lo studente svolge un ruolo attivo nel costruire un insieme di strutture concettuali che costituiscono la base delle sue conoscenze. Benché le radici intellettuali del costruttivismo precedano considerevolmente l'attuale movimento di riforma didattica, il pensiero costruttivista contemporaneo é stato fortemente influenzato dai modelli di processo di apprendimento che si sono sviluppati durante le ultime decadi all'interno della comunità di ricerca della scienza cognitivista, e che differisce in maniera significativa da quelli che sono sorti all'interno dello schema teorico del behaviorismo. La teoria costruttivista ha fatto sorgere un approccio alla pratica didattica che colloca il locus dell'iniziativa e del controllo fundamentalmente all'interno dello studente, il quale comunemente intraprende un compito sostanziale,

"autentico", presentato in un contesto realistico, che richiede l'applicazione autoregolata di vari tipi di conoscenze e competenze perché possa esserci una esecuzione riuscita. Tali attività spesso coinvolgono indagini iniziate dallo studente e guidate, almeno in parte, dalla curiosità dello studente stesso (36) e sono progettate per motivare gli studenti in una maniera più immediata di quanto accada normalmente, per i curricula tradizionali basati sulla trasmissione di fatti isolati.

I corsi di studio costruttivisti spesso enfatizzano le attività di gruppo, organizzate in parte per facilitare l'acquisizione di competenze collaborative simili a quelle che vengono oggi richieste all'interno degli ambienti di lavoro. Tali attività di gruppo possono offrire agli studenti di età variabile, di livelli di competenza variabili e con diversi interessi ed esperienze precedenti, l'opportunità di insegnare l'un l'altro in un modo di interazione che pare offrire benefici significativi sia per l'insegnante che per l'allievo. Esplicita attenzione viene anche data alla cura di capacità di pensiero di più alto ordine, compreso l'apprendimento di più alto livello, l'acquisizione di conoscenze su come apprendere e come riconoscere e "ripulire" i modelli mentali imperfetti.

Sarebbe fuorviante affermare che la comunità di ricerca sulla didattica è unanime e non ambivalente nel sostenere i principi e la pratica del costruttivismo senza riserve. Alcuni (37), ad esempio, hanno argomentato che le tecniche di apprendimento basate sul progetto costruttivista possono essere più adatte per gli insegnanti altamente qualificati e altamente motivati, e che l'uso diffuso di queste tecniche da parte di altri docenti si potrebbe rivelare deludente. Altri (38) hanno mostrato perplessità circa la eliminazione o il profondo ridimensionamento di contenuti didattici assegnati esternamente a sequenza lineare (ad esempio, libri di testo, lezioni e materiale audiovisivo convenzionale), sottolineando che gli autori e i trasmettitori di tali contenuti hanno spesso rivolto una particolare attenzione alla scelta di un ordine di presentazione ritenuta più favorevole alla comprensione.

Per quanto possiamo ritenere interessanti le argomentazioni in favore della pratica costruttivista, e per quanto plausibili possiamo trovare i suoi fondamenti teorici, l'affermazione secondo cui le tecniche costruttiviste, come attualmente intese, sfoceranno in esiti educativi (per certi versi) più favorevoli, deve ancora essere ritenuta in gran parte, se non interamente, un'ipotesi eccitante e promettente, ma che deve ancora essere rigorosamente confermata, attraverso una sperimentazione estesa, attentamente controllata, a lungo termine e a larga scala, che coinvolga una popolazione studentesca più rappresentativa all'interno delle scuole attuali (39).

Mentre i fondamenti del costruttivismo forniscono una fonte ricca di ipotesi plausibili e teoricamente interessanti, rimane la questione di come sia meglio insegnare ai nostri figli; questione a cui non è stata fornita ancora una risposta soddisfacente.

Mentre la Commissione non è in grado attualmente di fare una affermazione certa e definitiva a riguardo della superiorità dell'approccio costruttivista (40), ritiene che probabilmente molti o tutti gli elementi essenziali di tale approccio potrebbero svolgere un importante ruolo nel miglioramento dell'insegnamento nelle scuole elementari e secondarie nazionali. Benché probabilmente la tecnologia troverà uso pure in numerosi ruoli didattici tra i più tradizionali, può darsi (ma non è certo) che il paradigma costruttivista centrato sullo studente alla fine offrirà terreno fertile per l'applicazione della tecnologia alla didattica.

Per curare in maniera ottimale questo terreno, le scuole dovranno fare delle modifiche che si estendano molto oltre la mera installazione di una rete di computer. Mentre alcuni benefici potranno essere ottenuti utilizzando le tecnologie dell'informazione per perseguire gli obiettivi esistenti nei curricoli o aggiungendo nuovo materiale a un corso esistente, probabilmente il risultato più elevato si avrà attraverso una ristrutturazione profonda a livello dei singoli corsi, e idealmente, anche attraversando i confini disciplinari. Tale profonda ristrutturazione, comunque, forse si dimostrerà complessa, difficile, costosa e dispendiosa in termini di tempo e potrebbe incontrare le resistenze dei genitori, degli insegnanti e del pubblico in generale, particolarmente nel momento in cui tali mutamenti entreranno in conflitto con le credenze comuni sulla natura della conoscenza e dell'apprendimento.

4.3 LE APPLICAZIONI COSTRUTTIVISTE DELLA TECNOLOGIA

All'interno della teoria costruttivista, la tecnologia dell'informazione non è comunemente utilizzata per dirigere il processo didattico in maniera strettamente "dall'alto al basso", ma piuttosto viene utilizzata per facilitare progetti, ricerche, esplorazioni, e attività di problem – solving iniziati dagli studenti e attivate da iniziative miste. Per esempio (senza alcun intento di esaustività) il computer e le reti possono essere utilizzati, all'interno di una cornice costruttivista, per realizzare:

- Un ambiente per la simulazione di una vasta gamma di strumenti o macchine, sistemi fisici, ambienti di lavoro, popolazioni umane e animali, processi industriali, o altri sistemi naturali o artificiali.

- Una macchina per il recupero di informazioni, un motore di ricerca di database in grado di estrapolare informazioni da un singolo sistema o da siti distribuiti sull'Internet globale
- Uno strumento per la manipolazione simbolica o il display grafico di funzioni, equazioni e dimostrazioni matematiche.
- Una attrezzatura per la raccolta, l'esame e l'analisi dei dati statistici (che potrebbero essere utilizzati per applicazioni sperimentali o indagini analitiche)
- Un sistema di elaborazione testi, preparazione di documenti , sintesi
- Un ambiente per risolvere problemi relativi ad una materia di studio
- Un veicolo per varie forme di dimostrazioni interattive e di esposizione
- Un ambiente per l'agevolazione della collaborazione di gruppo
- Uno strumento di laboratorio flessibile, che supporta la raccolta di dati scientifici da vari sensori fisici e la manipolazione flessibile di questi dati sotto il controllo degli studenti
- Un foglio elettronico generale o specifico per una certa applicazione
- Un banco di lavoro digitale per la creazione di opere musicali, artistiche o di altro tipo creativo
- Un ' interfaccia amichevole per l'acquisizione di abilità di programmazione di base e per la progettazione di sistemi.
- Un banco di lavoro computerizzato, programmato per progettare strumenti meccanici o elettrici, progetti architettonici o addirittura molecole organiche
- Una enciclopedia ipertestuale interattiva che consente varie forme di illustrazioni multimediali e il rapido ritrovamento di rimandi incrociati.

- Un mezzo per la comunicazione con insegnanti, genitori, membri della comunità esperti, e altri studenti, sia localmente che attraverso grandi distanze, e per l'organizzazione e coordinamento di progetti di gruppo.

4.4 L' ELEMENTO UMANO

Se i computer sono destinati a svolgere un ruolo sempre più importante nell'educazione dei prossimi vent'anni, è naturale domandarsi quali ruoli saranno svolti dagli esseri umani. Benché sia ben chiaro che l'uso esteso della tecnologia all'interno della didattica avrà importanti implicazioni per gli insegnanti, per gli studenti, per i genitori, e per i membri della comunità, c'è ragione di pensare che l'interazione interpersonale tra tutti questi gruppi sarà importante per il processo educativo nel 2017 così come lo è nel 1997. Infatti, la natura mutevole di tali interazioni è probabilmente importante per gli sviluppi della nuova educational technology, quanto lo sono l'hardware, il software e gli elementi dei corsi di studi sottolineati precedentemente.

L'uso della tecnologia all'interno dello schema costruttivista probabilmente avrà importanti implicazioni per il ruolo quotidiano degli insegnanti. Quando uno studente liceale utilizza Internet per completare un progetto autogestito, è in grado di ottenere velocemente una maggiore familiarità con la particolare materia in questione di quanto faccia l'insegnante, ad esempio. Il ruolo tradizionale dell'insegnante quale fonte di conoscenza sembra divenire meno rilevante. Siccome diversi studenti possono condurre diverse ricerche allo stesso tempo, questo ruolo tradizionale può venire sostituito in parte da quello in cui l'insegnante trascorre parecchio tempo monitorando le attività dei singoli studenti (in parte girando per la classe e guardando i monitor dei loro computer, aiutandoli a sistemare i loro emergenti modelli mentali, e incoraggiandoli, direzionandoli e dandogli, a mano a mano, l'assistenza di cui hanno bisogno).

E cosa succede agli studenti? Il loro crescente uso delle educational technology sottrarrà loro l'opportunità di sviluppare importanti competenze interpersonali e sociali? C'è testimonianza che ciò non dovrebbe essere fonte di preoccupazione. In primo luogo sembra improbabile a questo punto che gli studenti in un ambiente scolastico ben disegnato e tecnologicamente avanzato, trascorreranno la maggior parte del loro tempo seduti davanti al computer. Quando un gruppo di ricerca ha dato un accesso illimitato al computer per ogni studente in un determinato numero di classi sperimentali, ad esempio, si è verificato che gli

studenti trascorrevano una media di circa il 30 % del loro tempo davanti al computer (41).

Inoltre questo gruppo di ricerca ha osservato un aumento significativo del grado di interazione interpersonale quando la tecnologia veniva introdotta nella classe, riportando che il computer funge normalmente da punto focale per attività di cooperazione estese, e che gli studenti frequentemente si confrontavano per scambiarsi idee e spiegarsi ciò che avevano fatto e come l'avevano fatto (42). Il software poi può essere specificatamente programmato per impartire le competenze collaborative e cooperative e per sostenere progetti di gruppo e esercizi di apprendimento. In breve qualsiasi timore che possiamo avere sul fatto che un incremento dell'uso del computer all'interno della didattica produrrà una generazione di individui ebeti, sembrerebbe non essere supportata dalla testimonianza attuale.

Considerando l'aspetto umano della educational technology, vale anche la pena notare che l'educazione elementare e secondaria ha luogo all'interno di un contesto che include non solo studenti ed insegnanti, ma anche i genitori e gli altri membri della comunità circostante. Esistono riscontri che suggeriscono che il coinvolgimento dei genitori della comunità nei processi educativi ha un significativo effetto positivo sui risultati educativi stessi (43). Se almeno le risorse informatiche di base (forse attraverso la TV o una nuova generazione di computer in rete) e la connessione a Internet, potessero essere rese accessibili all'interno delle case di coloro che hanno bambini dell'età che si riferisce al K-12, i genitori sarebbero in grado di ricevere annunci scolastici dagli insegnanti e dagli amministratori, per comunicare più facilmente e frequentemente con loro e farsi coinvolgere in maniera più attiva nell'educazione dei loro figli. Lo sviluppo di questo coinvolgimento dei genitori potrebbe essere particolarmente importante per quegli studenti le cui condizioni economiche e ambientali li metterebbero altrimenti a rischio di fallimento didattico.

C'è anche un crescente consenso sul fatto che la tecnologia dovrebbe essere applicata in modo tale da coinvolgere la comunità intera nel processo didattico. Il collegamento tra scuole elementari e secondarie con l'Università come centro di ricerca, le biblioteche pubbliche e le ditte private, per esempio, potrebbe fornire importanti risorse didattiche accessibili sia agli studenti che agli insegnanti, e simultaneamente creare consapevolezza all'interno della comunità circa i bisogni delle proprie scuole locali. I progetti sul "mondo reale" iniziati da organizzazioni

esterne, spesso generano un entusiasmo considerevole tra gli studenti, dimostrandosi insolitamente efficaci in una prospettiva didattica.

Alcuni docenti hanno anche discusso la possibilità di istituire dei programmi di "tele-apprendistato" o "tele-mentoraggio" che richiedono brevi, ma relativamente frequenti, interazioni tra studenti e altri membri della comunità cosa che sarebbe impraticabile in assenza delle tecnologie di rete. D'altra parte, le scuole ad alta tecnologia potrebbero servire la comunità più vasta rendendo accessibili i loro computer e le loro reti ai residenti locali, al di fuori delle ore scolastiche, o offrendo formazione professionale, oppure programmi di apprendimento adattati ai membri della comunità in questo modo si ammortizzerebbero i costi delle infrastrutture su una base di utenza più ampia, mentre contemporaneamente verrebbe promossa l'integrazione della comunità

4.5 COME VIENE ATTUALMENTE UTILIZZATA LA TECNOLOGIA

Analizzando il modo in cui la tecnologia viene attualmente utilizzata all'interno delle scuole, bisogna distinguere tra gli sforzi fatti per insegnare agli studenti cose riguardanti il computer e quelli che usano il computer per insegnare argomenti che potrebbero avere o non avere alcuna relazione con la tecnologia.

Mentre l'alfabetizzazione informatica di base sarà certamente importante per gli americani del 21° secolo, e mentre la scienza informatica, l'ingegneria informatica, e la programmazione informatica e le reti sono tutte importanti aree di studio, la Commissione si è interessata solo incidentalmente delle questioni legate all'insegnamento della tecnologia informatica. Piuttosto, l'interesse delle ricerche della Commissione si è rivolto ai modi in cui tecnologie interattive di calcolo e di rete possono essere utilizzate a livello K-12 per facilitare l'apprendimento in generale.

Si dovrebbe, comunque, tener presente che l'istruzione "su cose che riguardano il computer" è responsabile di una gran parte dell'attuale uso delle tecnologie da parte delle scuole elementari e secondarie. Una analisi dello IEA del 1992 sui coordinatori informatici nelle scuole, ad esempio, ha riscontrato che circa il 41% dell'utilizzo dei computer da parte degli studenti americani del K-12 coinvolgeva l'acquisizione di competenze sulla tastiera; le istruzioni sull'uso del word processing, della gestione dei database, dei fogli elettronici, e altri strumenti software; e lo studio della programmazione. Le materie accademiche (ad esclusione di quelle relative alla

formazione professionale) occupano il 54 % dell'intero utilizzo al livello elementare, ma solo il 31 % a livello delle high school nazionali (44).

A livello della scuola elementare, il computer viene spesso impiegato per l'insegnamento di competenze di base isolate e per svolgere giochi didattici. L'elaborazione testi viene utilizzata in grado molto significativo a tutti i livelli, ma nella maggior parte dei casi quale parte del tentativo di insegnare competenze sull'uso del computer, e non come uno strumento per comporre temi, per studiare storia o per altri corsi disciplinari (45). La situazione sembrerebbe essere analoga nel caso di uso dei fogli elettronici, che viene generalmente considerato un aspetto della alfabetizzazione informatica, e meno comunemente integrato all'interno, ad esempio, dei corsi di matematica o di scienze (46). Comunque si dovrebbe notare che alcune scuole hanno integrato in maniera estesa ed efficace il computer all'interno di molti aspetti del processo di apprendimento, affidandosi, in molti casi, alla tecnologia dell'informazione quale elemento essenziale della riforma didattica. Tali scuole comunque rappresentano fino ad oggi una minoranza delle istituzioni K-12 nazionali.

Benché si sappia poco del modo preciso in cui le reti a vasta area vengono attualmente utilizzate all'interno delle scuole "comuni" americane (a differenza di quanto accade nei pochi poli tecnologici che hanno ricevuto una attenzione speciale da parte della comunità dell'educational technology e, in alcuni casi, dai media in generale), una analisi del NCEES del 1995 fornisce alcune indicazioni interessanti. Tra le scuole con accesso a Internet (circa la metà delle scuole pubbliche, nell'autunno 1995), l'applicazione più comune è costituita dalla posta elettronica, la quale è accessibile nel 93 % di tutte queste scuole. Mentre l'e-mail è generalmente disponibile per gli amministratori e per (in grado in qualche modo inferiore) gli insegnanti, la maggior parte delle scuole con l'installazione dell'e-mail non rendono questo servizio accessibile agli studenti.

Buona parte di tali scuole inoltre hanno accesso ai gruppi di informazione in Internet, ai motori di ricerca (come Gopher, Archie e Veronica), e a browsers world wide web (come Mosaic, Netscape Navigator o Microsoft Internet Explorer). Ma queste applicazioni sono sempre più accessibili a insegnanti e a amministratori che agli studenti (47). Attualmente abbiamo pochi dati sulla frequenza con cui Internet viene utilizzato dalle scuole per accedere a diversi tipi di informazioni contenute nei siti. Sembra chiaro comunque che la realizzazione di tutto il potenziale nel fornire agli

studenti e agli insegnanti del K-12 l'accesso a testi, immagini e materiale audio ora contenuto nelle biblioteche, nei musei e nelle altre istituzioni, dovrà attendere la digitalizzazione di una porzione molto più vasta della ricchezza di informazioni ora reperibili solamente in altre forme (48).

4.6 IL MERCATO DEL SOFTWARE DIDATTICO

C'è vasto consenso nell'affermare che uno dei principali fattori che attualmente limita un uso esteso ed efficace della tecnologia all'interno delle scuole americane sia la relativa scarsità di software di alta qualità e contenuti digitali progettati specificatamente per quello scopo.

Se questa problematica è riscontrata dagli insegnanti di tutti i livelli del K-12, sembrerebbe essere particolarmente importante all'interno delle scuole secondarie nazionali, le quali richiedono specificatamente un varietà ampia di contenuti didattici. La crescita nel mercato ILS tradizionale, che è stata storicamente ricca, ha cominciato recentemente a rallentare, portando a riduzioni nella ricerca interna e nella spesa per lo sviluppo da parte dei produttori di tali sistemi. Sfortunatamente, queste riduzioni stanno avvenendo in un momento in cui il mutamento degli obiettivi didattici e una enfasi riformista sulle competenze di pensiero di più alto ordine stanno ponendo nuove sfide per i produttori di software didattici, sfide a cui sarà difficile andare incontro senza notevoli spese. Numerosi tra i maggiori venditori di ILS non sono stati in grado di giustificare tali spese alla luce di vari problemi (trattati sotto) che essi percepiscono all'interno del mercato (49).

La disponibilità commerciale di software e di risorse digitali pensate per sostenere la didattica costruttivista è ancora più limitata ed esiste ad oggi scarso riscontro di sforzi compiuti su larga scala e in cui sono state impiegate notevoli risorse finanziarie, per sviluppare tali contenuti, sia da parte di venditori di software didattici, che da parte di programmatori multimediali e di editori di testi scolastici (50).

Inoltre, nonostante l'apprezzamento generale per il potenziale di crescita a lungo termine nel mercato per il software didattico, c'è stata fino ad ora una attività limitata di investimento di capitali per la promozione di aziende alle prime armi, focalizzate sulla fornitura di software didattici, mirati specificatamente alle scuole elementari e secondarie nazionali.

E' stata proposta una lunga, superficiale e disparata lista di fattori quali responsabili degli attuali problemi del mercato del software didattico K-12.

La Commissione ritiene comunque che la maggior parte di questi problemi potrebbe essere meglio affrontata se venissero considerati derivanti in gran parte da uno o più dei cinque fattori sotto elencati:

* *Inadeguati budget di acquisizione di software.* Le stime delle spese scolastiche del 1995 per software didattici oscillano tra 470 milioni di dollari e 724 milioni di dollari, (51), che rappresenta tra i 10 e i 16 dollari per studente-anno, oppure meno di un terzo dell'1 % delle spese totali per l'istruzione. Se la tecnologia dovrà svolgere un ruolo significativo nel miglioramento della qualità dell'istruzione scolastica americana, questa cifra dovrà essere aumentata in maniera cospicua. Se non si aumenterà la spesa totale (con le dovute considerazioni inflazionistiche) si dovranno modificare le priorità per far sì che i fondi ora destinati ad altre categorie di budget possano essere ridistribuiti; in molti stati e distretti scolastici questo è un processo complicato da numerosi vincoli statutari e procedurali. In assenza di tale redistribuzione, i produttori di software potrebbero non trovare adeguati incentivi per giustificare le forti spese di ricerca e sviluppo che saranno richieste per produrre una nuova generazione di prodotti software didattici, dedicati alla scuola.

* *Frammentazione del mercato.* Il mercato del software didattico scolastico include una vasta gamma di aree tematiche accademiche (in particolare a livello della scuola secondaria), di vario grado e di varia competenza. sebbene questa diversità innata non è maggiore (relativamente alle dimensioni del mercato potenziale) di quella che si riscontri in molti altri mercati di software, il mercato del commercio di software didattici dedicati alla scuola (in contrapposizione con il più robusto mercato domestico del software istruttivo-di intrattenimento) è ulteriormente frammentato da differenze idiosincratice tra peculiarità del prodotto e altre caratteristiche, imposte dai vari stati e distretti scolastici.

Sebbene possa non essere fattibile (tra l'altro, per ragioni politiche) eliminare tali caratteristiche idiosincratice o sostituire un gruppo di standard nazionali universalmente applicabili, la guida federale nella promulgazione degli standard potrebbe svolgere un ruolo significativo nella minimizzazione di questa forma potenzialmente evitabile di frammentazione del mercato, fornendo alle aziende private incentivi per lo sviluppo di software mirati a un gruppo più piccolo di sottomercati più sostanziosi.

* *Carenza di moderni hardware nelle scuole.* Benché i circa 50 milioni di studenti K-12 americani sembrerebbero rappresentare un mercato molto attraente per i

produttori di software, le effettive dimensioni di tale mercato sono attualmente limitate dalle dimensioni ridotte della base hardware attualmente installata, e dall'età di gran parte delle forniture installate. Siccome le dimensioni effettive del mercato costituiscono un elemento critico fondamentale di investimento da parte di privati, la scarsa penetrazione di hardware all'avanguardia ha fino ad ora impedito attività di ricerca e sviluppo che avrebbero altrimenti potuto condurre a prodotti software didattici migliori e più numerosi (52). Purtroppo, ciò porta a un certo circolo vizioso: mentre i venditori di software sono riluttanti a sviluppare prodotti in assenza di una base di hardware moderno su cui inserirli, gli insegnanti e i politici sono riluttanti ad integrare i fondi per l'acquisizione, il mantenimento, e, a tempo debito, la sostituzione dell'hardware, in assenza di una base di software didattico che si sia dimostrato efficace. Come verrà discusso nella sessione 9 il governo federale potrebbe trovarsi nella posizione ideale per svolgere un ruolo catalitico e rompere questo cerchio.

* *Problemi connessi all'approvvigionamento.* Le procedure applicate da vari stati per acquisire libri di testo e altro materiale didattico, in molti casi si adattano malamente all'acquisizione di software e risorse digitali per l'informazione. Questo costituisce un problema particolare nei 22 stati "che presiedono alle adozioni" (principalmente nella parte sud del paese e in California), in cui libri di testo e altro materiale didattico devono essere approvati dallo stato prima che venga considerata una adozione dai singoli distretti e scuole. Questa approvazione viene spesso garantita solo ogni cinque o addirittura più anni, un tempo notevole all'interno dell'industria informatica in continuo cambiamento. Fare richiesta di una approvazione a tutti gli stati che presiedono alle adozioni, inoltre può essere molto costoso. Ognuno di questi stati può addebitare una tassa di richiesta fino a \$ 5.000 dollari per ogni prodotto che deve essere considerato per l'adozione, e molti richiedono che un certo numero di computer siano resi disponibili, a spese del fornitore, per essere testati a livello statale. In alcuni stati il processo di approvvigionamento è ulteriormente complicato da termini di pagamento insoliti (per i parametri del settore privato) o da regole di "prezzamento equo", le quali, se applicate al software, inducono i rivenditori a far pagare la stessa tassa di licenza ad ogni scuola, incuranti del numero di studenti iscritti.

* *Fattori economici esterni connessi all'innovazione.* Come notato sopra, è presumibile che si renderà necessario un investimento notevole nell'eventualità in cui si debba rendere accessibile a tutte le scuole un software efficace e in particolare un software che supporti i nuovi approcci didattici del tipo raccomandato da molti

esperti. Le teorie economiche, comunque, prevedono che le aziende private non avranno lo stimolo (tenendo conto dei loro bilanci) ad investire nella ricerca e nello sviluppo, nella misura in cui esse non sono in grado di trarre il completo beneficio derivante da tali attività che si possano in ultima analisi rivelare efficaci (53).

Infatti le innovazioni in software didattici costituiscono una forma di proprietà intellettuale che non può essere totalmente appropriata da una azienda (in quanto il commercio e l'utilizzo di software innovativi sfocia inevitabilmente nella disseminazione di informazioni di valore alla concorrenza); è quindi probabile che un livello economicamente ottimale di ricerca venga condotto unicamente in presenza di fondi pubblici al più alto grado di autorità fiscale (il governo federale nel caso degli Stati Uniti).

Mentre i fondi federali (soprattutto nella forma delle sovvenzioni fornite dalla National Science Foundation) sono già stati utilizzati per sviluppare nuovi promettenti software da utilizzare nelle lezioni di matematica e scienze, sarà necessario un livello considerevolmente più alto di ricerca ancora su queste materie, per compensare questa forma di fallimento commerciale; mentre i finanziamenti nelle varie forme di espressività linguistica, scienze sociali, arti creative e altre discipline sono fino ad ora rimasti minimi.

5. INSEGNANTI E TECNOLOGIA

Con la continua acquisizione di hardware e software sempre migliori da parte delle scuole, i benefici per gli studenti dipenderanno sempre più dalla competenza con cui qualcosa come 3 milioni di insegnanti sono in grado di utilizzare tali strumenti. Per poter utilizzare con efficacia la educational technology, gli insegnanti dovranno: avere padronanza di vari strumenti, riprogettare i loro piani di lezione intorno a risorse tecnologiche, risolvere il problema logistico di come insegnare a una classe con un numero di computer inferiore a quello degli studenti e assumere un nuovo complesso ruolo in una classe tecnologicamente mutata. Ciò nonostante gli insegnanti attualmente ricevono scarso supporto tecnico, didattico o amministrativo per tali fondamentali cambiamenti e raramente gli Istituti addetti alla formazione degli insegnanti preparano i loro diplomati in maniera adeguata per applicare la tecnologia all'insegnamento. Ne consegue che la maggior parte degli insegnanti sono in buona parte abbandonati a se stessi, nelle difficoltà dell'integrazione della tecnologia all'interno dei loro curricula.

5.1 CIO' DI CUI NECESSITANO GLI INSEGNANTI

Tra gli insegnanti che affermano di avere uno o più computer a portata di mano a scuola, solamente il 62% lo utilizza comunemente nella didattica (54). Inoltre quando gli insegnanti fanno effettivamente uso della tecnologia dell'informazione, lo fanno o per insegnare agli studenti come si usa il computer o per sessioni di drill-and-practice sull'acquisizione di competenze di base isolate, come abbiamo notato nella sezione 4.5.

Le applicazioni didattiche dell'informatica più ambiziose e promettenti che abbiamo discusso nella sezione 4.3 necessitano di una competenza molto maggiore da parte degli insegnanti, i quali dovrebbero selezionare un software appropriato, integrare efficacemente la tecnologia al loro curriculum e individuare i modi di valutazione del lavoro degli studenti basato su progetti individuali o di gruppo, potenzialmente complessi. Non stupisce perciò che la maggior parte degli insegnanti affermi che il computer inizialmente rende il loro lavoro più difficile (55).

Nonostante la scoraggiante sfida di utilizzare in modo appropriato computer e reti all'interno del contesto didattico, gli insegnanti fanno notare di non aver ricevuto una preparazione adeguata per un uso efficace del computer in classe (56). Parte del problema sorge dal fatto che i distretti scolastici spesso acquistano hardware e software senza predisporre i finanziamenti necessari per aiutare gli insegnanti ad imparare ad usare i nuovi strumenti in un contesto didattico. Sebbene stia emergendo un certo consenso sul fatto che i computer saranno sottoutilizzati o scarsamente usati se viene destinato meno del 30% del budget della tecnologia informatica allo sviluppo professionale (57), uno studio del 1993 di Market Date Retrieval dimostra che solo il 15% del tipico budget dei sistemi informatici viene di fatto dedicato alla formazione dello staff (58). Lo stato della Florida ha indicato questa disparità richiedendo che i beneficiari degli stanziamenti per la educational technology mettano da parte almeno il 30% di tutti i fondi di sovvenzionamento per l'aggiornamento del personale docente (59). La Commissione ritiene che tali accantonamenti dovrebbero essere previsti nei programmi federali e che l'Amministrazione dovrebbe assumere un ruolo guida e incoraggiare gli stati e le amministrazioni locali a fare la stessa cosa.

Quando gli insegnanti vengono preparati sull'utilizzo delle nuove tecnologie, la forma e i contenuti dei corsi lasciano molto a desiderare. Secondo uno studio, il 46% dei corsi di educational technology vengono svolti nella forma del workshop di mezza giornata, e il 79% di tali corsi si focalizzano su hardware, sull'uso di Internet o su una particolare parte di software (60). Gli insegnanti hanno spesso una reazione

negativa all'orientamento strettamente tecnico di gran parte dei corsi connessi alla tecnologia; corsi durante i quali viene mostrato loro come funzionano i computer, ma non come usare il computer per potenziare il loro insegnamento (61). Rientrando in classe dopo questi brevi stage, essi sono generalmente impreparati a gestire le più disparate sfide logistiche e curricolari che incontrano all'interno di un ambiente tecnologicamente ricco.

Secondo la Commissione ciò di cui gli insegnanti hanno effettiva necessità è una assistenza profonda e continua nel loro lavoro di integrazione della tecnologia nei curricula e nell'affrontare la sfida tra i metodi tradizionali di insegnamento e i nuovi metodi didattici che fanno ampio utilizzo della tecnologia. Questa assistenza dovrebbe comprendere non solo un supporto puramente tecnico ma anche didattico, che idealmente comprenda l'osservazione all'interno della classe degli insegnanti che applicano con successo la tecnologia, la consulenza periodica di insegnanti esperti, e la continua comunicazione con altri insegnanti che si trovano ad affrontare analoghe sfide.

5.2 POTENZIALI MODALITA' DI SUPPORTO

Una risorsa particolarmente importante per lo sviluppo dell'esperienza degli insegnanti nell'uso della educational technology è l'assistenza in loco di un coordinatore informatico a tempo pieno. Meno del 5% delle scuole hanno una tale figura professionale assunta all'interno del loro personale (62). Inoltre, i coordinatori informatici, trascorrono metà del loro tempo ad insegnare agli studenti e solo il 20% del loro tempo ad aiutare gli insegnanti, selezionare software o a preparare lezioni (63). Ma la maggior parte degli insegnanti non è in grado di utilizzare efficacemente il computer, a meno che qualcuno non sia disponibile ad aiutarli non solamente nei problemi tecnici che possono sorgere di volta in volta, ma anche nelle profonde questioni didattiche della scelta del software, dell'organizzazione dei progetti che applicano la tecnologia e nell'imparare come guidare gli studenti nell'utilizzo delle risorse basate sul computer.

Se una scuola non si può permettere di stipendiare a tempo pieno un coordinatore informatico per assistere i suoi insegnanti, si potrebbe fornire supporto adeguato (sebbene forse non ottimale) tecnico e didattico a livello distrettuale. Ad esempio le 153 scuole nella Contea di Jefferson, nel Kentucky sono servite da una Unità di Supporto di Istruzione con i computer composta da 22 professionisti, che

mantengono una hotline di supporto tecnico e lavorano direttamente con gli insegnanti per incoraggiare e migliorare l'utilizzo della tecnologia in classe (64). Un'altra opzione è quella di organizzare corsi intensivi di formazione per molti insegnanti in ogni scuola; questi docenti possono poi fungere da esperti per i colleghi. Si dovrà comunque notare che fornire tale formazione e assistenza porterà via tempo agli altri compiti di questi insegnanti, un costo implicito che dovrebbe essere realisticamente valutato nell'analisi delle alternative per fornire supporto tecnologico al resto del distretto.

Si può trovare comunque fonte di ottimismo in certi contributi che la tecnologia stessa può dare allo sviluppo di competenze nelle applicazioni didattiche del computer e delle reti. In primo luogo la Commissione prevede che col tempo i software didattici evolveranno in modo tale da richiedere meno agli insegnanti. A tal riguardo vale la pena notare che la diffusione dell'uso del computer in segmenti progressivamente più vasti della popolazione è stata legata storicamente non tanto alla crescente competenza tecnica della popolazione in generale, quanto allo sviluppo di software che richiedono meno competenza tecnica. I continui progressi nella costruzione di processori sempre più veloci, nella costruzione di memorie sempre più vaste, e di interfacce utenti più amichevoli, sfoceranno presumibilmente in software che sia gli insegnanti che gli studenti possono usare con meno preparazione, ed è probabile che venga fornito un supporto maggiore per l'integrazione del software nei curricula, all'interno dello stesso pacchetto di applicazione.

La tecnologia dell'informazione può anche aiutare gli insegnanti a recuperare almeno parte del tempo che essi hanno investito nell'apprendere la tecnologia nell'interesse degli studenti. Alcuni tipi di software didattici (non certamente tutti), ad esempio, possono consentire agli studenti di trascorrere parte della giornata scolastica apprendendo, con minor impegno continuativo da parte dell'insegnante (65). Le tecnologie di calcolo e di rete hanno anche il potenziale di semplificare molti aspetti delle incombenze quotidiane degli insegnanti, facilitando la stesura dei materiali didattici, la registrazione e la valutazione dei progressi degli studenti e l'accesso a varie risorse di informazione (66).

Inoltre, la tecnologia può svolgere anche un ruolo diretto nel supporto delle funzioni dello sviluppo professionale discusse in questa sezione. È stato stimato, ad esempio, che i seminari on-line condotti in Internet possono preparare gli insegnanti ad

utilizzare la tecnologia all'incirca a metà dei costi convenzionali dei corsi in cui gli insegnanti devono essere presenti fisicamente, (67) e, ugualmente importante, possono rendere attuabile l'opportunità di attuare consulenze e insegnamenti in maniera continuativa, senza i costi proibitivi dei viaggi che sarebbero associati a ripetuti incontri di persona. Internet fornisce inoltre un mezzo eccellente per varie forme di comunicazione tra gli insegnanti stessi, compreso la condivisione non solo di idee, ma anche di effettivi piani di lezione e materiali per i curricula.

5.3 IL PROBLEMA DELL'INSUFFICIENZA DEL TEMPO DEGLI INSEGNANTI

Se agli insegnanti fosse data una adeguata preparazione nell'arte della didattica ottimizzata attraverso i computer, e avessero accesso ad una assistenza in loco nel momento in cui si rende necessaria, essi si troverebbero in una migliore posizione per cogliere i benefici della educational technology, ma uno dei maggiori ostacoli rimarrebbe: la mancanza di tempo sufficiente nelle loro agende per raggiungere la familiarità con l'hardware, il software e i relativi apparati didattici; per preparare del materiale legato alla tecnologia da utilizzare in classe e per condividere con altri insegnanti le idee sull'uso della tecnologia (68). In uno studio del 1989 condotto su 600 insegnanti di classi dal 4° al 12° livello, condotto dal Center for Educational Technology, i partecipanti indicarono che mentre un alto rapporto studente-computer aveva posto le barriere più significative ad un uso efficace della educational technology nel passato, il maggiore ostacolo al momento era la carenza di tempo sufficiente per sviluppare lezioni nelle quali venisse utilizzata l'informatica (69).

In generale gli insegnanti hanno solamente 10 minuti di tempo di preparazione programmata per ogni ora di insegnamento (70). Ciò è generalmente insufficiente per prepararsi in maniera adeguata, e di conseguenza essi trascorrono di solito ulteriori ore al di fuori della giornata scolastica per preparare lezioni, per valutare il lavoro degli studenti, con il risultato di una media di 47 ore di lavoro la settimana.

Data questa situazione, la maggior parte degli insegnanti trova estremamente difficile aggiornare il proprio insegnamento in maniera continuata intorno a una rapida serie di innovazioni tecnologiche (72). Mentre parte della tecnologia disponibile nei pacchetti applicativi è progettata per fornire assistenza a vari compiti amministrativi, di registrazione, di valutazione degli studenti, e, ad esempio può liberare una certa quantità di tempo, è inverosimile che tale sgravio compensi il tempo supplementare richiesto per utilizzare il computer in maniera efficace. Le valutazioni formulate da vari ricercatori, (73), suggeriscono che l'insegnante "medio" ci impiegherà dai 3 ai 5

anni per integrare completamente le tecnologie dell'informazione nelle proprie attività di insegnamento, ed è probabile che i mutamenti tecnologici in atto verosimilmente assicureranno che la curva di apprendimento non si appiattirà mai completamente. A meno che non sia resa possibile una ulteriore disponibilità di tempo, mediante l'eliminazione o il forte ridimensionamento di altri compiti meno critici, tali questioni rappresenteranno con ogni probabilità un significativo e continuo ostacolo per l'efficace utilizzo della educational technology.

Il problema dell'insufficienza del tempo a disposizione dell'insegnante racchiude sia una questione logistica (come ristrutturare la giornata scolastica per dare all'insegnante il tempo necessario per sviluppare delle competenze didattiche legate alla tecnologia) che una questione economica (come retribuire il tempo supplementare associato ad uno sviluppo professionale informatico e ad una preparazione della classe). Per illustrare la rilevanza di quest'ultima sfida, se tutte le scuole pubbliche K-12 nazionali dedicassero 2 ore la settimana alla pianificazioni dei corsi di studio connessi alla tecnologia, come è il caso della Agua Fria Union High School in Arizona (74), le spese per l'istruzione connesse alla tecnologia aumenterebbero circa di 9 miliardi all'anno, più del triplo rispetto ai livelli attuali di spesa (75). Benchè la tecnologia stessa possa aiutare a mitigare queste problematiche, il costo del tempo che sarà necessario agli insegnanti per incorporare la tecnologia in maniera efficace all'interno dei loro curricula, presenterà una sfida significativa particolarmente durante il periodo iniziale di transizione all'effettivo utilizzo della educational technology.

5.4 LA TECNOLOGIA NELLE SCUOLE DI FORMAZIONE ALL'INSEGNAMENTO

Ogni anno più di 200.000 nuovi insegnanti intraprendono la professione e c'è un ricambio del 50% approssimativamente ogni 15 anni (76). Mentre i progressi nelle tecnologie di base, nei software didattici e nei metodi di insegnamento produrranno un continuo bisogno di aggiornamento in-servizio, gli Istituti di pedagogia hanno una occasione d'oro di formare i futuri insegnanti all'uso della educational technology, prima che l'assunzione di una effettiva posizione di insegnamento cominci a ledere il tempo a disposizione per tale formazione.

Giudicando dai requisiti del certificato del diploma di insegnante nei vari stati, sembrerebbe a prima vista che gli studenti di didattica ricevano più insegnamenti corredati alla tecnologia di quanto ne abbiano gli insegnanti in servizio: 18 stati

richiedono una preparazione tecnologica pre-servizio , mentre solo 2 richiedono una preparazione tecnologica in-servizio (77). I requisiti pre-servizio, comunque, possono essere normalmente raggiunti completando un corso su come usare un computer, o seguendo un corso di “metodologia” nel quale viene discussa la educational technology; ma questa non viene mai effettivamente applicata sia dal professore che dagli studenti. Ne risulta che anche negli stati con i requisiti di certificazione connessa alla tecnologia, i nuovi insegnanti normalmente conseguono il diploma senza alcuna esperienza pratica sull’uso del computer all’interno dell’insegnamento, e pochissima conoscenza dei software esistenti e dei relativi apparati didattici. L’Ufficio di Valutazione della Tecnologia ha riassunto la presente situazione in maniera concisa: “in generale i corsi di studio per gli insegnanti negli Stati Uniti non preparano i diplomati ad utilizzare la tecnologia quale strumento di insegnamento” (78). Gli istituti di pedagogia falliscono nell’istruzione dei loro studenti per quanto riguarda l’uso della educational technology per ragioni che riflettono alcuni dei maggiori ostacoli alla diffusione della tecnologia a livello K-12; fra queste ragioni la distribuzione inadeguata dei fondi per gli hardware e i software, lo scarso sviluppo professionale connesso alla tecnologia per il dipartimento di pedagogia e la carenza di tempo per i professori di pedagogia per ristrutturare i loro corsi.

Le scuole di pedagogia generalmente hanno il vantaggio di un supporto tecnico migliore (spesso fornito mediante i centri informatici dei campus) rispetto alle scuole elementari e secondarie, ma la ricerca , l’editoria e le altre responsabilità accademiche pesano ulteriormente sulla facoltà rallentando il processo di riforma dei corsi scolastici (79).

La Commissione ritiene che obiettivo principale di un programma di tecnologia per gli Istituti di pedagogia dovrebbe essere il modo in cui gli insegnanti delle scuole elementari e secondarie possono applicare le tecnologie dell’informazione per facilitare l’apprendimento da parte di studenti del K-12. Dato che gli insegnanti del K-12 troveranno difficoltà nell’aiutare i loro studenti ad utilizzare in maniera efficace tecnologie di calcolo e di rete, se essi stessi hanno avuto poca esperienza, qualsiasi elemento dei corsi accademici di pedagogia che dia ai futuri insegnanti l’esperienza per un uso proficuo dei sistemi informatici aumenterà grandemente la possibilità di un loro utilizzo efficace nel contesto professionale. Gli istituti di pedagogia dovrebbero essere incoraggiati a trovare un modo per premiare quei loro docenti che includono le nuove tecnologie nei metodi o nei contenuti dei loro corsi. Dovrebbero inoltre essere incoraggiati anche dei programmi specializzati di Laurea in Educational Technology, sia per indicare la necessità di coordinatori informatici

capaci di fornire agli insegnanti un supporto non solo tecnico, sia per incoraggiare lo sviluppo di un nucleo di competenza tecnologica all'interno della facoltà di pedagogia (80).

Gli studenti di pedagogia dovrebbero anche avere la possibilità di osservare l'uso della Educational Technology e di praticare l'insegnamento con la tecnologia nelle scuole K-12. Se le scuole elementari e secondarie che sono disponibili al tirocinio, non hanno ancora integrato in maniera efficace la tecnologia all'interno dei curricoli, gli studenti di pedagogia potrebbero essere in grado di ottenere alcuni (certamente non tutti) benefici mediante uno studio degli esempi di didattica ricca di tecnologia su videocassetta o su videodischi interattivi.

Infatti tale materiale potrebbe essere utile anche quando sono disponibili stage ricchi di tecnologia, in quanto essi potrebbero permettere agli studenti di metodologia didattica di analizzare i complessi eventi della classe in maniera più ravvicinata di quanto potrebbe essere permesso dall'osservazione reale. Le ripetute visioni e discussioni di particolari interazioni tra insegnante e studente, arricchite da esercizi in cui il video viene fermato e gli studenti vengono interrogati sul come reagirebbero in simili circostanze, può produrre una discreta percezione degli elementi più importanti che sono coinvolti nell'applicazione "reale" della tecnologia (81).

Le decisioni sui finanziamenti a livello federale potrebbero avere un impatto significativo sul grado in cui gli Istituti di pedagogia in America riescono a produrre insegnanti capaci di usare efficacemente la educational technology. Nel passato i finanziamenti federali non erano a disposizione degli insegnanti tirocinanti allo stesso livello di quelli a disposizione dei docenti in servizio, e il supporto Federale per la preparazione degli insegnanti sulla tecnologia è stato descritto come "altamente variabile di anno in anno, di natura frammentaria e carente di una chiara strategia o di una politica consistente" (82). Gli stanziamenti federali mirati a un uso esteso delle moderne tecnologie dell'informazione all'interno dei nostri Istituti di pedagogia e l'inclusione della Educational Technology quale parte integrale dei corsi accademici di metodologia didattica, aiuterebbe molto nell'assicurare futuri insegnanti americani in grado di fornire ai ragazzi americani l'istruzione migliore possibile.

6. CONSIDERAZIONI ECONOMICHE

Mentre i finanziamenti non rappresentano in alcun modo l'unica sfida che dovrà essere vinta se il potenziale della Educational Technology deve essere realizzato, la maggior parte delle altre sfide sarebbe molto meno formidabile, se i costi non fossero un problema. Il risultato di ciò sono le attuali pressioni di budget, insieme a un persistente elemento storico di un significativo aumento dovuto all'inflazione, nelle spese dell'istruzione; il fattore economico occupa una posizione di centrale importanza nelle continue delibere relative alla riforma dell'istruzione.

In questa sezione paragoniamo le stime dell'attuale spesa tecnologica per l'educazione K-12 con le previsioni di spesa necessaria per poter ottenere dei sostanziali benefici. Successivamente si considererà in maniera sintetica il ruolo potenziale e i possibili limiti della tecnologia nel miglioramento della produttività nell'impresa didattica e termineremo con una breve discussione relativa all'analisi delle spese didattiche federali, in termini di utili sul capitale investito.

6.1 LE SPESE ATTUALI PER LA TECNOLOGIA

Mentre la valutazione dell'attuale spesa annuale nella educational technology è complicata da differenze nel tipo di spesa incluse all'interno di questa voce, a seconda dei diversi osservatori, i dati disponibili suggeriscono che le scuole elementari e secondarie pubbliche negli Stati Uniti hanno speso, nell'anno scolastico '95/'96, circa dai \$ 3.5 ai \$4 miliardi di dollari per quanto riguarda l'installazione di sistemi di calcolo e di reti, l'installazione e l'accrescimento infrastrutturale, i software e le risorse informatiche, i supporti di sistema, lo sviluppo professionale connesso alla tecnologia.

Uno studio condotto da McKinsey & Company per il National Information Infrastructure Advisory Council (83) ha spostato questo dato approssimativamente a \$ 3.3 miliardi durante l'anno scolastico 94/95, comprese le spese di circa \$ 1.4 miliardi per l'hardware (84), \$ 800 milioni per software e relativi apparati (85), \$ 500 milioni per interconnessioni locali (86), \$ 200 milioni per reti su vasta area (87), \$300 milioni per sviluppo professionale (88) e \$ 100 milioni per la gestione dei sistemi (89).

Questi dati di McKinsey sembrano concordare più o meno approssimativamente (dopo la dovuta considerazione delle differenze nelle categorie di spesa incluse) con quelli riportati da numerosi altri ricercatori (90), e sono stati approssimati verso l'alto

per rendere conto di ciò che potrebbe apparire un tasso di crescita attuale relativamente rapida, nel raggiungimento dei nostri dati per quanto riguarda il '95 e '96.

I dati di McKinsey di \$ 3.3 miliardi in spese connesse alla tecnologia durante l'anno scolastico 94-95 rappresentano solo l'1.3 % dei circa \$248 miliardi (91) che sono stati spesi durante quel periodo per l'istruzione K-12 (escluse le spese in conto capitale, il rimborso del debito pubblico e i costi amministrativi statali). Per esprimere questi numeri aggregati in termini più familiari, dei \$ 5,623 che le nostre scuole pubbliche hanno speso durante l'anno scolastico 94-95 (92) per ognuno dei 44 milioni di studenti (93) che erano iscritti all'inizio dell'anno '94 solamente \$ 75 sono stati destinati a spese connesse alla tecnologia. Mentre sorgono alcune questioni complesse nel corso di un paragone delle istituzioni didattiche con le imprese del settore privato, sembra chiaro che le nostre scuole pubbliche destinano una porzione considerevolmente più ridotta delle loro risorse finanziarie all'informatica e alle tecnologie di rete, di quanto facciano la maggior parte delle industrie basate sull'informazione.

6.2 COSTI STIMATI PER LA EDUCATIONAL TECHNOLOGY

C'è un grosso divario fra le stime dei costi per l'introduzione della tecnologia dell'informazione nelle aule americane e l'utilizzo di tale tecnologia per migliorare la qualità dell'istruzione americana; stime diverse in larga parte a causa dei diversi pareri che riguardano il livello e la natura dell'uso delle Tecnologie, e stime diverse fatte circa gli sviluppi professionali connessi con la Tecnologia dell'Informazione e della Comunicazione (TIC). Dopo un assestamento su questi fattori, comunque, le previsioni della maggior parte degli osservatori sono ragionevolmente coerenti e forniscono una base di valutazione sull'importanza dei finanziamenti che sarebbero necessari per avere un impatto significativo sulle scuole della nazione.

Nello studio McKinsey/NIIAC, le previsioni dei costi erano formulate per modelli basati su quattro diversi livelli di applicazione della tecnologia.

Il livello più basso, che presupponeva una media di 25 computer per scuola, tutti distribuiti all'interno di un singolo laboratorio informatico connesso a Internet o una aula multimediale, si stimava che implicasse un costo di acquisto iniziale di \$ 11 miliardi in tutta la nazione con una ulteriore spesa di \$ 4 miliardi all'anno necessari

per interventi e mantenimento. L'aggiunta di un computer e modem per insegnante era previsto duplicasse il costo di distribuzione iniziale e aumentasse le spese di interventi continuativi, fino a \$ 7 miliardi. In un modello in cui i computer in rete vengono installati in metà di tutte le aule (con una densità di un computer ogni 5 studenti), e il laboratorio centrale viene eliminato, la stima iniziale era di \$ 29 miliardi, e \$ 8 miliardi all'anno per interventi e manutenzione. Un modello simile, in cui i computer vengono distribuiti in tutte le classi (allo stesso rapporto di 1 a 5) richiedeva inizialmente \$ 47 miliardi, e le spese di interventi annuali di \$ 14 miliardi. (95). Nella tavola 6.1 viene mostrato una analisi percentuale dei costi preventivati da McKinsey; per i livelli più bassi ("laboratori") e più alti ("aule") dell'applicazione della tecnologia.

Tavola 6.1
Analisi delle previsioni dei costi di McKinsey/NIAAC

Categ. di costo	Modello laboratorio		Modello classe	
	iniziale	annuale	iniziale	annuale
hardware	34%	17%	51%	14%
Software e altri materiali	20	26	14	21
Interconnessioni locali	12	5	13	4
Reti a vasta area	7	15	4	7
Sviluppo professionale	19	31	14	41
Gestione dei sistemi	8	6	4	13

Uno studio condotto nel 1995 dalla RAND Corporation ha esaminato 6 scuole "leader della tecnologia" (comprese 3 di quelle descritte nella sezione 2.3) e ha cercato di calcolare il costo della fornitura di simili capacità all'interno di una scuola "tipica" americana. Gli investimenti hardware e software erano ammortizzati in un

periodo di 5 anni per ottenere delle previsioni di spesa annualizzate; i costi della fornitura erano basati non su costi storici di un inventario reale di ogni scuola, ma su i prezzi degli hardware approssimativamente equivalenti al momento dello studio. I costi infrastrutturali erano ammortizzati in un periodo di 10 anni, mentre i costi del personale, dello sviluppo professionale, dei materiali e forniture, erano trattati come spese ordinarie (non capitalizzate). Si era riscontrato che i costi per l'hardware e per il personale erano dominanti rispetto ad altre spese connesse alla tecnologia, e questo giustificava gran parte della variazione tra i sei modelli scolastici, i cui costi di replica in altre scuole, oscillavano da un livello basso di \$142 dollari a un livello alto di \$ 415 dollari per studente-anno (97).

Per facilitare l'identificazione di una gamma di consenso approssimato per la previsione di costi per l'introduzione della tecnologia nelle scuole elementari e secondarie americane abbiamo convertito (in modo arbitrario) le suddette previsioni, insieme a quelle di molti altri autori in valori di costi annui, basati sull'ammortamento dell'acquisizione di capitale e altri costi per la messa in opera in un periodo di 5 anni. I valori che sono risultati vengono presentati nella tabella 6.2.

Tavola 6.2

Previsione di costi secondo vari autori

fonte	Preventivo di costi/anno (98)
Glennan e Malmed (99)	Da 9 a 22 miliardi di dollari
Harvey (100)	Da 7 a 15 miliardi di dollari
Keltner e Ross (101)	Da 7 a 21 miliardi di dollari
Mc Kinsey (102)	Da 6 a 23 miliardi di dollari
Means e Olson (103)	23 miliardi di dollari
Moursund (104)	Da 14 a 28 miliardi di dollari

E' interessante notare che nessuno di questi preventivi di spesa è stato redatto tenendo conto delle stime dei costi di una distribuzione e un utilizzo della tecnologia tale da essere ottimale in assenza di limiti di budget. Henry Becker (105) ha cercato di valutare realisticamente i costi dell'applicazione della tecnologia in modi che secondo molti offrono il potenziale maggiore per ottenere significativi miglioramenti nell'efficacia della tecnologia. Al centro della sua analisi è l'esame dei "tipi di spese che consentono all'insegnante medio di diventare utente esemplare" della

educational technology, compresa una riduzione del rapporto studente/insegnante da 25 a 20 e la distribuzione delle risorse sufficienti e del tempo degli insegnanti che permetta a questi ultimi di utilizzare la tecnologia nella loro vita professionale. Egli presuppone inoltre la disponibilità di un computer ogni 2 studenti (introdotti in un periodo di 4 anni), una densità notevolmente più significativa di quanto sia ipotizzato in qualsiasi altro modello.

In opposizione alle previsioni citate prima, l'impresa ambiziosa delineata da Becker comporterebbe la stima di un costo annuale di \$ 1,375 per studente in costi di personale, oltre a \$ 556 per studente-anno per hardware, software e manutenzione. Benché con l'applicazione di un tale modello le spese medie scolastiche aumenterebbero più di un terzo, egli sottolinea come tale aumento non sarebbe maggiore di quello associato a molte altre proposte di riforma importante della didattica, e argomenta che anche un investimento di tale portata potrebbe essere giustificato dall'utile potenziale.

Si dovrebbe notare che in assenza di un cospicuo miglioramento nella produttività discussa nella (prossima) sezione 6.3, anche le previsioni di spesa più moderate, riassunte nella tabella 6.2, potranno richiedere un aumento, del budget didattico nazionale che è distribuito sulle spese connesse alla tecnologia, dall'attuale livello di circa 1.3 % a qualcosa tra 2.4 e 11.3 %. Inoltre l'acquisizione di computer e di collegamenti in rete, spesso fulcro principale degli sforzi per introdurre la tecnologia nelle scuole, giustificherà solamente una minima parte delle spese in cui si incorre nel tempo. Mentre speciali elementi di prestiti obbligazionari, campagne a capitale privato e meccanismi a finanziamento unico possono tutti avere il loro ruolo nell'aiutare le scuole a sostenere i costi di acquisizione dell'hardware, è importante che gli insegnanti e i politici abbiano delle aspettative realistiche relativamente alle spese di gestione continue che saranno necessarie se l'hardware dovrà essere usato con efficacia. E' inoltre importante che essi non basino le loro pianificazioni su modelli di pianificazione degli investimenti analoghi a quelli usati per analizzare, ad esempio, l'acquisizione di nuovi edifici scolastici.

In assenza di un pianificazione di un bilancio realistico, le scuole e i distretti scolastici sono inclini ad eccedere nella spesa dell'iniziale acquisizione di hardware, e si potrebbero trovare con i fondi inadeguati per i miglioramenti e le sostituzioni, per i software e gli apparati didattici, per la manutenzione dell'hardware e del software, (106) lo sviluppo professionale degli insegnanti e l'impiego del personale di supporto

tecnico necessario. Se non vogliamo trasformare le nostre scuole in un deposito informatico di una attrezzatura costosa ma non utilizzata, uno scenario che sfortunatamente al momento non è lontano dalla realtà è importante che i limiti del budget e le illusioni non ci conducano ad acquistare l'equivalente didattico di una bella automobile senza stanziare fondi per la benzina, le riparazioni o le lezioni di guida.

Benché il controbilanciamento previsto tra spesa ed esito rende senza senso la nozione di un singolo livello "ottimale" di spesa, la Commissione raccomanda (basandosi sui dati disponibili fino ad ora) che almeno il 5 % della spesa didattica negli Stati Uniti, o circa 13 miliardi di dollari annuali (calcolati in dollari stabili al 1996) siano destinati a spese continue connesse alla tecnologia. Si dovrebbe notare che questo livello di spesa suggerito rappresenta un aumento quasi quadruplicato nella porzione del budget didattico della nostra nazione, che è ora destinato a tali propositi. Se la promessa della educational technology dovrà essere raggiunta , gli insegnanti e gli amministratori si troveranno necessariamente ad affrontare difficili decisioni nel loro tentativo di controllare o giustificare un trend secolare di crescita (aggiustato in base all'inflazione) della spesa didattica pro capite, all'interno dei limiti imposti da numerosi personaggi, ben trincerati, che sostengono le risorse finanziarie attuali.

6.3 LA PRODUTTIVITA' DIDATTICA E RIENTRO DEGLI INVESTIMENTI

Mentre le previsioni riassunte sopra forniscono un punto di inizio per analizzare le probabili implicazioni economiche di una introduzione diffusa della tecnologia nelle aule della nazione, queste stime dovrebbero essere considerate nel contesto di un importante fatto: la nostra esperienza con la educational technology (e in particolare con gli approcci del suo utilizzo basato sui modelli didattici costruttivisti discussi nel paragrafo 4.2 e 4.3) è ancora piuttosto limitata; e solleva la possibilità di un significativo balzo verso l'alto (connesso alla tecnologia) all'interno di ciò che gli economisti identificano come una funzione di produzione didattica, una curva che esprime in qualche misura l'esito didattico quale funzione di spesa didattica nel tempo. Infatti l'adozione delle nuove tecnologie all'interno delle altre industrie è stata frequentemente accompagnata da una iniziale diminuzione della produttività con benefici che maturavano solamente dopo che la tecnologia in questione è stata totalmente assimilata. Tale processo spesso implica l'introduzione di significativi mutamenti strutturali all'interno dell'organizzazione di adozione.

Quando cominciamo a veder crescere quella che può essere una curva di apprendimento assai ripida, il grado di beneficio che potremo ottenere per realizzare dei risparmi consistenti nel raggiungimento di un dato insieme di obiettivi didattici (o, in alternativa, per migliorare gli esiti didattici relativi a un dato livello di spesa) probabilmente dipenderà in maniera critica dalla esecuzione di programmi di ricerca e di valutazione rigorosi e a larga scala, mirati a valutare l'efficacia e gli effetti sui costi di vari approcci all'utilizzo della tecnologia nelle stesse classi k-12, come discusso nella successiva sezione 8.

Mentre i risultati di questa ricerca sono obiettivamente difficili da prevedere, il livello estremamente basso dell'attuale investimento su tale ricerca, messo in relazione all'enormità dell'investimento nazionale sull'istruzione elementare e secondaria, conduce la Commissione a ritenere che siamo ben lontani dal punto in cui una ulteriore spesa per una ricerca più avanzata, eccederebbe il beneficio economico verso il quale sarebbe bene andare(107).

Siccome la voce "stipendi personale" spiega la maggior parte della spesa nell'istruzione, e siccome l'aumento sostanzioso nella spesa per studente (aggiustata in base all'inflazione) durante gli anni passati è stata attribuita in larga parte all'aumento costante del rapporto fra il numero del personale assunto ed il numero degli studenti iscritti, alcuni si chiedono se la tecnologia potrebbe essere utilizzata per migliorare la produttività economica delle persone che lavorano l'interno del sistema educativo americano, così come è accaduto all'interno di vari altri settori dell'economia statunitense. In linea di principio, tali miglioramenti possono risultare da una diminuzione dei costi per alunno attribuibili a una maggiore "efficacia" degli insegnanti e del personale di supporto, derivante dal raggiungimento di esiti didattici migliori per un dato livello di spese connesse al personale e spese di altro tipo, o da una combinazione di questi e/o altri fattori.

Considerando il ruolo potenziale della tecnologia nell'aumento della produttività didattica, vale la pena notare che gli insegnanti probabilmente svolgeranno un ruolo importante e critico all'interno della classe futura individuata dalla maggior parte dei ricercatori attuali nel campo della educational technology, come discusso nella sezione 4.4. Mentre questo aspetto può essere di conforto per gli insegnanti più timorosi (e in alcuni casi per i genitori), può essere anche deludente per coloro che hanno posto fiducia nella tecnologia quale funzione di una automazione semplicistica dell'istruzione, accompagnata da una riduzione complessiva delle

spese nazionali sui compensi agli insegnanti. Basandosi sui modelli forniti da altre industrie informatiche, comunque, sembra abbastanza probabile che la continua sperimentazione con la tecnologia frutterà in ultima analisi una vasta gamma di alternative, per il miglioramento della produttività didattica, facendo registrare delle cadute lungo la curva che rappresenta la funzione di produzione.

Se tale produttività aumenta definendosi nella forma dell'aumento di apprendimento (secondo alcuni parametri appropriati) per studente / ora e non da una riduzione delle spese totali per studente /ora, i benefici dei partecipanti sono meglio analizzati non in termini di semplice costo, ma in termini di previsione di utile sull'investimento. La validità empirica di tale analisi è complicata dal fatto che l'utile sull'investimento didattico viene determinato in larga parte da fattori quali reddito fisso (che generalmente si conoscerà solo molti anni dopo che l'investimento in questione sia stato effettuato), insieme a una quantità di fattori non pecuniari ancora meno riconducibili a quantificazioni dirette.

Sembra abbastanza possibile comunque che in presenza di una formidabile competizione economica globale, un investimento sostanzioso in scala nazionale sulla educational technology potrebbe essere giustificato, anche se nessun valore fosse posto sui benefici diretti (economici e non) derivanti alla popolazione americana, ma soltanto applicando il calcolo dell'utile basato unicamente sulle ulteriori entrate fiscali connesse ad un aumento dei guadagni tassabili.

7. L'ACCESSO EQUO

Facilitare un equo accesso alle tecnologie dell'informazione nell'istruzione è stato una preoccupazione centrale degli insegnanti e degli amministratori da quando i microcomputer entrarono per la prima volta nelle scuole della nazione circa venti anni fa. Ma questa preoccupazione ha acquisito una attenzione particolare nel periodo in cui potenti computer e la connessione globale a Internet stanno divenendo rapidamente un parte integrante nella vita di alcune, ma non tutte, le famiglie americane. Da un lato è stato frequentemente notato che le nuove tecnologie di computing e di rete potrebbero dare potere a gruppi storicamente svantaggiati di americani, dando loro un migliore accesso al tipo di strumenti che facilitano le conoscenze e la comunicazione, in modo da agevolarli nel superare almeno parte dei loro svantaggi. Mentre la commissione ritiene che questo potenziale possa essere scarsamente sopravvalutato, essa ritiene anche che i modi in cui l'educational technology viene effettivamente utilizzata determinerà se essa sia

utile per restringere queste diseguaglianze storiche o se contribuirà ad aggravarle ulteriormente.

Questa sezione esordisce con una discussione sulle varie dimensioni lungo le quali l'accessibilità delle diverse tecnologie sia a scuola che all'interno delle abitazioni degli studenti può essere utilmente misurata. L'attuale accessibilità delle tecnologie di calcolo e di rete ai vari segmenti della popolazione studentesca americana viene poi riveduta con particolare attenzione alle differenze associate allo stato socioeconomico, razza ed etnia, fattori geografici, genere maschile e femminile, e vari tipi di particolari esigenze degli studenti. Durante tutta questa sezione viene considerato l'appropriato ruolo del governo federale nell'assicurare un accesso equo (e in ultima analisi universale) alle educational technology.

7.1 LE DIMENSIONI DELL'ACCESSO

Un metro di paragone applicato per valutare il grado di accessibilità alla educational technology da parte di vari gruppi è costituita dalla densità dei computer installati all'interno delle scuole frequentate dai membri di quegli stessi gruppi. Le scuole con la più alta densità di computer normalmente forniscono anche un maggiore accesso ad altre forme di educational technology (comprese le reti locali e a vasta area, e le periferiche che supportano applicazioni multimediali), rendendo la densità dei computer un utile (benché imperfetto) sostituto per il livello di applicazione generale della tecnologia. Mentre il rapporto tra computer e studente varia enormemente da scuola a scuola (108) e mentre gran parte di questa variazione è motivata da altri fattori, (109), la nostra preoccupazione principale nel contesto attuale sarà l'esame della densità dei computer nelle scuole in cui il corpo studentesco varia sistematicamente insieme alle linee socioeconomiche, razziali, etniche e geografiche.

Un accesso equo naturalmente dipende non solo dal numero di computer disponibili all'interno di una data scuola, ma dal grado con cui tali computer (insieme alle altre tecnologie) sono effettivamente utilizzati dai vari gruppi e dalle modalità di utilizzo associato ad ogni gruppo. Benché il numero delle ore di utilizzo dei computer da parte degli studenti, soprattutto durante le ore di lezione delle materie curriculari (in contrapposizione con la materia "istruzione sul computer") è fortemente connessa alla densità dei computer, (110), si è riscontrato che fattori socioeconomici ed altri hanno un valore "predittivo" indipendente, come viene discusso successivamente. Tali variabili riescono a pronosticare anche il modo con cui i

computer sono utilizzati nelle scuole, con particolari gruppi che partecipano alle applicazioni costruttiviste del tipo descritto nella sezione 4.3 o in altre attività di apprendimento di più "alto ordine" e di problem solving, mentre altri (gruppi) utilizzano la tecnologia per gli esercizi routinari di drill-and-practice. Poichè si ritiene che la prima modalità di utilizzo abbia un valore particolare nel raggiungere gli obiettivi della riforma didattica contemporanea, le differenze sistematiche nella modalità dell'utilizzo della tecnologia possono essere tanto problematiche quanto la carenza di accesso all'hardware delle tecnologie di calcolo e di rete.

Mentre fino ad ora abbiamo considerato l'accessibilità della educational technology solamente all'interno delle scuole, le disuguaglianze sistematiche nella disponibilità dei computer e dei modem all'interno delle abitazioni possono rappresentare un problema ancora più grande dal punto di vista dell'accesso equo. Attualmente, i computer si trovano, più o meno, in circa metà delle abitazioni americane in cui ci sono dei bambini, (111) e un gran numero di bambini le cui famiglie hanno effettivamente un computer a casa lo utilizzano regolarmente per il lavoro scolastico (112). Inoltre gli studenti che hanno accesso a un computer a casa sembrano utilizzarlo per circa un'ora la settimana (113) per scopi che sono di natura generalmente educativa, (114) un valore approssimativamente uguale all'utilizzo tipico dei computer da parte degli studenti nelle scuole (115).

A mano a mano che le tecnologie dell'informazione cominciano a svolgere un ruolo sempre più centrale nella didattica K-12, ci si può aspettare che un raddoppio del tempo a disposizione dell'utilizzo didattico del computer, conferisca un vantaggio sempre più significativo per quei bambini le cui famiglie sono in grado di fornire loro a casa l'accesso a un computer (e in alcuni casi a Internet). Poichè alcuni segmenti della popolazione americana possiedono molti meno computer rispetto agli altri, l'accesso domestico può ora essere una delle fonti più significative di inequità educativa negli Stati Uniti.

7.2 LO STATO SOCIOECONOMICO

Programmi federali mirati in maniera specifica negli ultimi anni hanno aiutato a mitigare in maniera sostanziale alcune delle disuguaglianze nell'accesso alla educational technology, disuguaglianze che in precedenza erano state associate alle variabili socioeconomiche. Le differenze connesse al reddito nel numero di computer per scuola, ad esempio, sono state ridotte ad un livello relativamente modesto (anche se non ancora insignificante): durante l'anno scolastico 94-95, le scuole più

povere (definite come quelle scuole in cui più dell'80 % degli studenti ha diritto ad aiuti in base all'Articolo 1 della legge sull'istruzione elementare e secondaria) avevano un computer ogni 11 studenti, mentre ogni computer nelle scuole più ricche (quelle che hanno meno del 20 % di iscritti che hanno diritto ai sussidi dell'Articolo 1) erano condivisi da 9.5 studenti (116). Contrariamente, nel 1983 è stata riscontrata una densità di microcomputer di 4 volte superiore nelle 12.000 scuole più ricche rispetto alle 12.000 scuole più povere (117).

Se questo progresso è certamente incoraggiante, ci sono molte ragioni per continuare a preoccuparsi. In primo luogo è ampiamente dimostrato, sia in maniera diretta che indiretta, che la riduzione del gap nella densità dei computer tra le scuole ricche e le scuole povere sia attribuibile in gran parte allo stesso Articolo 1, che ha fornito all'incirca 2 miliardi di dollari di finanziamenti durante gli ultimi 10 anni per la introduzione della educational technology all'interno di quelle scuole che hanno una iscrizione di ragazzi sostanzialmente di basso reddito; ma l'Articolo 1 è stato recentemente posto sotto una considerevole compressione di budget(118). In secondo luogo il divario relativamente modesto tra la densità dei computer misurata tra scuole più ricche e scuole più povere nasconde significative disegualianze nel modo in cui i computer vengono effettivamente utilizzati da studenti più e meno benestanti, e nella accessibilità dei computer all'interno delle loro abitazioni.

Gli studenti provenienti da famiglie classificate a Stato Socio Economico (SSE) basso riportano un utilizzo dei computer inferiore del 14% nelle scuole, di quanto facciano gli studenti provenienti da famiglie di SSE alto (119). Gli studenti dei licei a più basso SSE hanno inoltre una probabilità significativamente maggiore di essere istruiti sui "computer" di quanto ne abbiano di utilizzare i computer per altri apprendimenti (120).

Inoltre quando gli studenti di alto SSE utilizzano il computer quale supporto per l'apprendimento nelle singole materie, più probabilmente si occuperanno di attività connesse alla programmazione (in opposizione a compiti connessi all'informatica di più basso livello) di quanto facciano gli studenti di basso SSE (121). Più generalmente, negli studenti dall' 8° all'11° grado di alto SSE si è riscontrato che con il 25 % in più di probabilità utilizzeranno i computer principalmente per attività "di più alto ordine" o miste (piuttosto che per le attività di drill-and-practice o per altre attività di creazione di competenze e di acquisizione di conoscenze), di quanto facciano gli studenti di basso SSE dello stesso livello di grado (122).

Se il tipo di attività informatiche di più alto ordine nelle quali gli studenti ad alto SSE sono impegnati in maniera consistente, offrono maggiori opportunità per l'apprendimento (123), allora queste disuguaglianze connesse all'SSE nell'applicazione scolastica dei computer possono rappresentare forme di iniquità tanto importanti quanto (sebbene meno ovvie) le differenze connesse all'SSE nella densità di computer (124).

Tra i fattori che possono contribuire agli svantaggi che vivono gli studenti a basso SSE, sia per quanto riguarda la densità che la natura dell'utilizzo dei computer, sono ipotizzabili delle differenze nel grado con cui gli insegnanti nelle scuole più benestanti hanno acquisito la conoscenza e la competenza necessarie per utilizzare la tecnologia in maniera efficace all'interno del loro insegnamento. Mentre la Commissione non è a conoscenza di alcuna ricerca che paragoni in maniera esplicita la preparazione tecnologica e il continuo sostegno disponibile agli insegnanti in scuole di diversa composizione socioeconomica, l'aneddotica suggerisce che possono in realtà esserci differenze significative lungo le linee socioeconomiche (125).

I distretti delle scuole benestanti sono in grado di reclutare insegnanti con una maggiore competenza nell'utilizzo della tecnologia attraverso l'offerta di stipendi al di sopra della media, o offrire ai loro insegnanti già esistenti una formazione tecnologica maggiore e un supporto tecnico. Le scuole più povere dall'altro lato possono aver meno insegnanti in grado di fare un uso efficace delle tecnologie educative, limitando in questa maniera sia la qualità che la quantità dell'utilizzo dei computer da parte dei loro studenti.

Le disuguaglianze più significative nell'accesso alla tecnologia connesse all'SSE, comunque, sono attualmente riscontrate non all'interno delle scuole, ma all'interno delle abitazioni degli studenti.

Nel giugno del 1995 i computer erano presenti solamente nel 14% di tutte le abitazioni in cui il nucleo familiare era composto da adulti che avevano completato studi superiori di tipo professionale, e in cui il reddito familiare annuale era inferiore ai 30.000 dollari; il dato comparabile per i nuclei familiari composti da adulti che avevano frequentato il college e che avevano un reddito superiore a 50.000 dollari all'anno era il 73 %, oltre 5 volte maggiore (126). A parte le scuole, comunque, ci sono al momento programmi federali progettati per facilitare la collocazione di computer nelle case degli studenti più svantaggiati.

Mentre le tecnologie interattive dell'informazione sono sempre più utilizzate per il lavoro scolastico e per le altre forme di apprendimento, le differenze legate all'SSE nel possesso di sistemi informatici domestici minacciano non solo di perpetuare gli schemi famigliari esistenti dello svantaggio socioeconomico, ma di ampliare il gap tra gli americani più ricchi e quelli meno ricchi. In un'epoca in cui negli Stati Uniti la disegualianza di reddito ha raggiunto il suo picco dal 1947 (quando l'Ufficio del Censimento cominciò a monitorare i dati statistici) (127), le implicazioni didattiche delle disegualianze connesse all'SSE nel possesso domestico di computer dovrebbero essere guardate come fonte di seria preoccupazione dal punto di vista della politica pubblica.

Mentre sarà difficile eliminare tutte le disegualianze basate sull'SSE nell'accessibilità alla educational technology all'interno del contesto degli attuali sforzi per ridurre la spesa federale, vale la pena considerare un certo numero di possibili azioni federali. In primo luogo la Commissione ritiene che il potenziale contributo che le tecnologie dell'informazione possono dare all'istruzione elementare e secondaria sia così sostanziale, che gli standard minimi potrebbero essere formulati e mantenuti per l'utilizzo della tecnologia all'interno di tutte le scuole della nazione, senza considerare lo stato socioeconomico della loro popolazione studentesca. La spesa dell'Articolo 1 per gli investimenti connessi alla tecnologia a favore degli studenti economicamente svantaggiati (compreso l'hardware e il software, le telecomunicazioni e i servizi di rete, lo sviluppo professionale degli insegnanti, e il continuo supporto tecnico e didattico) dovrebbe essere mantenuto a non meno dell'attuale livello, con continui aggiustamenti legati all'inflazione e alla previsione di aumenti sia dell'iscrizione scolastica nazionale, sia della spesa nazionale per l'educational technology.

La Commissione Federale per le telecomunicazioni dovrebbe sfruttare completamente i poteri ad essa conferiti grazie alla legge sulle telecomunicazioni del 1996 (discussa nella sezione 9.9), per assicurare che le scuole economicamente svantaggiate vengano fornite di servizi e di telecomunicazioni accessibili, e di una connessione in rete a vasta area mediante tariffe agevolate da parte dei gestori delle telecomunicazioni; dovrebbero esserci varie forme di sussidi trasversali e/o la collocazione di porzioni dello spettro delle radiofrequenze sulle reti didattiche (128).

Si dovrebbe inoltre considerare la designazione di varie forme di incentivi da parte del settore privato per l'impianto veloce delle scuole rurali e urbane più povere per supportare le reti locali e a vasta area. I programmi federali esistenti a favore degli

studenti a basso reddito, dovrebbero essere rivisti con un occhio verso lo sfruttamento delle opportunità fornite dalle tecnologie di calcolo e di rete, mentre la politica pubblica connessa al possesso e alla disposizione delle varie forme di proprietà intellettuale dovrebbe essere esaminata con lo scopo di fornire un accesso abbordabile (e in molti casi gratuito) a un ricco corpo di contenuti digitali (compreso le versioni digitalizzate di determinati materiali ora di proprietà o controllate dal governo federale stesso) che potrebbero altrimenti non essere mai accessibili alle scuole meno ricche .

La presenza sostanzialmente inferiore di computer all'interno delle famiglie degli studenti a basso SSE potrebbe essere tra le forme di inequità a cui è più difficile porre rimedio . Allo stesso tempo , potrebbe risultare difficile fornire il tipo di opportunità didattica (e indirettamente economica e sociale) che la nostra nazione si è sforzata di offrire ad ogni americano, senza tener conto di questa disuguaglianza. La fornitura dei sistemi informatici moderni e delle connessioni a Internet nelle biblioteche, nei centri sociali e nelle altre istituzioni e spazi pubblici potrebbe rappresentare un importante primo passo nel tentativo di un accesso a quegli studenti le cui famiglie non sono in grado di fornire tali vantaggi a casa, così come lo sarebbe la fornitura di un accesso alla tecnologia esteso al doposcuola o nei fine settimana all'interno delle scuole stesse. Anche se la quantità di apparecchiature accessibili all'interno di questi luoghi pubblici venisse aumentata in maniera sufficiente per consentire un utilizzo continuo e regolare da parte di un cospicuo numero di studenti, la flessibilità e la comodità dell'accesso domestico continuerebbe a conferire un relativo vantaggio alle famiglie in grado di permettersi un acquisto di un apparecchio informatico e un accesso alla rete.

Consapevoli del significato di un accesso domestico, numerosi programmi pilota sperimentali (129) hanno reso possibile ad alcuni studenti di prendere in prestito computer portatili dalla scuola in maniera analoga al modo in cui le scuole hanno sempre prestato strumenti musicali, fornendo in questo modo un accesso informatico a tempo pieno agli studenti sia a scuola che a casa. Mentre il costo di tali programmi rimane considerevole all'interno dei limiti imposti dalla tecnologia attuale, i risultati sono stati piuttosto promettenti, e sembra possibile che le nuove architetture di sistema (forse basate sull'utilizzo di televisori al posto del monitor) potrebbero far diminuire i relativi costi al punto tale per cui un accesso domestico universale potrebbe essere contemplato quale scopo politico realistico. Ci potrebbe anche essere l'opportunità di raggiungere l'obiettivo dell'accesso domestico universale

all'interno dei vari programmi federali esistenti, richiedendo ad esempio l'installazione, all'interno dei progetti edilizi federali costruiti di recente, di condotti o di canalette capaci di far fronte alle necessità future delle reti, con risparmi efficaci sui costi.

7.3 LA RAZZA E L'ETNIA

Mentre i fondi dell'Articolo 1 hanno negli anni più recenti aiutato a migliorare in maniera significativa la densità di computer nelle scuole con la maggioranza degli studenti appartenenti alle minoranze (130), le scuole con più del 90 % di iscrizioni appartenenti alle minoranze, hanno ancora il 16% in meno di computer pro capite rispetto alle altre scuole (131). Le diseguaglianze nella densità di dotazioni informatiche associate alla razza e all'origine etnica sono parzialmente giustificate dalle differenze statisticamente esistenti nelle variabili socioeconomiche discusse nei paragrafi precedenti, ma particolari diseguaglianze sembrano essere attribuibili specificatamente alla razza e all'etnia.

Gli ispanici per esempio sembrano essere svantaggiati in maniera particolare, frequentando scuole con un numero di computer per studente significativamente inferiore a quanto sia la norma, particolarmente a livello delle scuole elementari (132).

Così come per il caso dello stato socioeconomico, le diseguaglianze razziali ed etniche nell'accessibilità alla tecnologia all'interno dell'ambiente familiare, costituiscono una fonte ancora maggiore di preoccupazione di quanto lo sia all'interno della scuola. Nel 1993 ad esempio gli afro-americani avevano un 57 % in meno di probabilità di avere un computer a casa, e gli ispanici avevano il 59% di probabilità in meno di quanto accadesse ai bianchi non ispanici.

Anche dopo l'adeguamento del reddito familiare, successo didattico, età, genere (maschile o femminile), collocazione della residenza (urbana o rurale), il possesso di computer era meno comune rispettivamente del 36 % e del 39 % tra gli afro americani e ispanici di quanto lo fosse tra i bianchi non ispanici (133). Questo gap nel possesso viene riflesso nell'utilizzo dei computer domestici da parte dei bambini: in uno studio del 1995 ad esempio, si era riscontrato che i bambini utilizzavano i computer all'interno del 38 % di tutti i nuclei familiari di bianchi, ma solo un 17% in tutte le abitazioni di neri (134). Anche il comune servizio telefonico, che è importante per il supporto delle comunicazioni casa/scuola e per l'accesso alle molte risorse disponibili su Internet, non è disponibile in maniera uguale a tutti i gruppi razziali ed etnici, con un rapporto di accesso inferiore alla norma in particolare per gli americani nativi, gli ispanici e gli afroamericani, soprattutto nelle aree rurali (135).

Siccome una gran parte del divario razziale ed etnico per quanto riguarda l'accesso alla educational technology é attribuibile a fattori socioeconomici , interventi come quelli discussi nella sezione 7.2 dovrebbero aiutare anche a eguagliare le opportunità a disposizione degli studenti di diversa razza ed origine etnica. Essendo la razza e l'etnia anche associati a ineguaglianze di accesso che non sono comunque spiegate completamente dallo stato socioeconomico, la politica governativa dovrebbe essere anche attenta a criteri di equità razziale ed etnica. Un accesso equo alle tecnologie dell'informazione dovrebbe essere tra gli obiettivi espliciti nei programmi didattici per gli studenti bilingui ed emigranti, per la definizione degli standard didattici, per la riforma dei protocolli di valutazione e per l'accreditamento dei docenti e degli Istituti che formano gli insegnanti. Le diversità razziali, etniche e culturali dovrebbero anche essere prese in considerazione quando si progettano i software didattici e quando si stabiliscono le priorità nel trasferire su supporto elettronico i contenuti didattici; favoriti in questo dalla ricerca etnografica sostenuta dal governo federale e dai programmi di ricerca educativa sull'istruzione superiore e professionale per sviluppare programmi e apparati didattici.

7.4 I FATTORI GEOGRAFICI

Quando gli Stati Uniti vengono divisi in quattro regioni: l'ovest, il centro ovest, il nord est e il sud per scopi comparativi si scopre che gli studenti in queste regioni usufruiscono di una densità di computer scolastici che differisce di non più del 10% dalla media nazionale (136).

Certamente esistono comunque particolari differenze regionali, nell'uso della tecnologia. Gli studenti nelle regioni del sud, ad esempio, hanno il 32% di probabilità in meno di essere grossi utenti di computer scolastici (137) ed hanno il 25% di probabilità in meno di utilizzare il computer per attività di "più alto ordine" (138) di quanto abbiano gli studenti dell'ovest. Prendendo in esame la densità e l'utilizzo dei computer sotto un'altra prospettiva, si è riscontrato che gli studenti delle scuole rurali (in maniera sorprendente) godono di un uso del computer in un rapporto del 24 % superiore rispetto ai compagni delle scuole suburbane, e del 40% più alto degli studenti iscritti nelle scuole cittadine (139). Questi effetti comunque, svaniscono in larga parte quando sono controllate statisticamente le dimensioni della scuola (140). Sembrerebbe che le scuole rurali possano avere più computer per studente solo perché sono di dimensioni inferiori (141).

Certe forme di ineguaglianze di accesso non sono evidenti quando le scuole sono categorizzate grossolanamente per regione e urbanità ma diventano evidenti quando si utilizzano altri schemi classificatori più "fini", per identificare raggruppamenti geografici caratterizzati da problemi comuni (reali o potenziali). Gli studenti del centro città ad esempio, sono chiaramente immersi in un ambiente che differisce marcatamente da quello di un quartiere urbano benestante o di una "città di confine" borghese, ed hanno probabilità di patire particolari svantaggi, e di avere necessità particolari che non vengono in superficie a una analisi che considera tutti e tre le situazioni afferenti a una singola categoria "urbana" (142). A tali studi possono anche sfuggire i problemi di certe scuole rurali ubicate in aree in cui mancano i "nodi" locali o i collegamenti a telecomunicazioni a banda larga che sono normalmente richiesti per fornire un accesso con risparmi sui costi ai servizi on-line e ai provider di Internet. Le scuole collocate in aree geografiche in cui esiste scarsa attività di imprese orientate verso la tecnologia possono anche essere svantaggiate rispetto a quelle in aree altamente tecnologiche (143). Mentre i singoli stati o distretti scolastici possono certamente essere nella posizione migliore per risolvere alcuni di questi problemi, la Commissione ritiene che il governo federale abbia un ruolo importante nel monitorare l'uso della educational technology attraverso tutto il paese con un occhio verso la minimizzazione di quanto le opportunità didattiche disponibili ai nostri figli siano vincolate alla casualità geografica.

7.5 IL GENERE MASCHILE E IL GENERE FEMMINILE

In generale, i ragazzi e le ragazze differiscono solo minimamente nell'uso dei computer a scuola. Il gruppo di dati dell'IEA del 1992 fornisce risultati che sono tipici degli studi in questa area, indicando che i ragazzi fanno un uso dei computer scolastici maggiore del 3 % rispetto alle ragazze (144). Un altro studio, comunque, suggerisce che ragazzi e ragazze differiscono in maniera significativa nel modo in cui usano il computer a scuola. Benché le ragazze al liceo facciano un uso maggiore del 50 % del word- processing rispetto ai loro compagni maschi, ad esempio, questo studio rende conto solamente del 26 % di tutto l'utilizzo facoltativo prima e dopo la scuola, e di solamente il 20 % di tutte le attività informatiche ludiche dentro la scuola (145).

Come in ambito scolastico, così anche all'interno dell'ambiente domestico in generale le differenze di genere per quanto riguarda le applicazioni dei computer sono minime. In un'analisi del 1994, ad esempio, il 53 % di tutti i genitori che riferivano a riguardo dell'utilizzo di un computer a casa da parte di uno o più bambini,

indicava che più frequentemente l'utente era un maschio, mentre il 47 % aveva affermato che le femmine facevano un utilizzo più intenso del computer. Di nuovo comunque la natura di questo utilizzo differiva: le ragazze più frequentemente utilizzavano il computer a casa per il lavoro scolastico e per l'elaborazione testi, mentre quasi il doppio dei ragazzi preferiva i giochi (non didattici) (147).

Una quantità modesta di ricerche ha tentato di identificare i fattori che possono giustificare le differenze specifiche del genere nel fascino e nell'effacia di certi tipi di programmi e di vari ambienti e contesti per l'utilizzo del computer (148).

L'uso differente di software di elaborazione testi può con molta probabilità essere connesso ad altre differenze specifiche del genere maschile o femminile riguardanti il comportamento linguistico e i fattori sociali connessi al sesso (una contesa aggressiva delle risorse informatiche da parte dei ragazzi in certi ambienti scolastici, per esempio, che può intimidire le loro compagne femmine) può giustificare la partecipazione inferiore delle ragazze a certe forme di attività informatiche non strutturate, a libera scelta (149). Si è anche dimostrato che le ragazze e i ragazzi che apprendono con l'uso del computer, possono differire nelle loro rispettive risposte alle strutture di tipo cooperativo, competitivo o individualistico (150).

Dobbiamo comunque imparare ancora molto a riguardo delle inclinazioni connesse alla tecnologia e agli schemi dell'uso da parte degli studenti maschi e delle femmine di varie età. Benché né i maschi né le femmine sembrerebbero soffrire di un complessivo svantaggio nell'uso generale del computer, i diversi modelli di uso osservati sia a scuola che negli ambienti domestici sollevano la questione se una ulteriore ricerca possa condurre ad individuare i software, gli apparati didattici e gli ambienti degli utenti che possano servire in maniera più efficace alle esigenze di entrambi.

7.6 RISULTATI DIDATTICI

Le testimonianze di cui disponiamo suggeriscono che l'educational technology può essere più importante per gli studenti a basso profitto che per i loro compagni ad alto profitto (151). Mentre una meta-analisi che ha preso in esame (tra le altre cose) 20 studi sull'uso didattico del word processing ha riscontrato un miglioramento generale del 27 % nella qualità della scrittura in generale, per esempio, i nove studi che erano basati su programmi per studenti in recupero (ripetenti) mostravano un miglioramento generale del 49% (152). Studenti svantaggiati sul fronte dell'istruzione, in un'altra programmazione educativa basata sull'uso del computer, registravano un miglioramento del proprio rendimento generale in matematica molto

maggiore dei successi tipicamente raggiunti dagli studenti ad alto rendimento (153). Nonostante il valore potenziale della educational technology per gli studenti a basso rendimento, tali studenti sembrerebbero avere un accesso scolastico ai computer inferiore di quanto abbiano gli studenti ad alto rendimento, particolarmente al livello scolastico di studi superiori. Nello studio condotto dalla IEA Computers in Education nel 1992 , ad esempio, risulta che gli studenti, i cui voti erano peggiorati, avevano usato il computer meno di quelli i cui voti erano saliti verso l'alto.

Un altro modo in cui gli studenti a basso rendimento possono essere svantaggiati rispetto ai loro compagni e compagne con un rendimento più alto è costituito dal diverso tipo di attività di apprendimento con l'uso del computer alle quali vengono esposti. Mentre agli studenti di successo può venir permesso di utilizzare i computer in compiti relativamente complessi, che implicano l'acquisizione e l'integrazione di una vasta gamma di conoscenze fattuali e procedurali, con più probabilità agli studenti a basso rendimento vengono assegnati esercizi di drill-and-practice su isolate competenze di base, presumibilmente partendo dall'assunto che il recupero in questi campi è un prerequisito a quelle attività che richiedono un pensiero di più alto livello e competenze di problem-solving. Molti ricercatori ora percepiscono, comunque, che questi schemi benché intuitivamente plausibili, siano malconcepiti e dovrebbero essere abbandonati a favore di un approccio unificato in cui sia gli studenti ad alto profitto che quelli a scarso profitto acquisiscano competenze basilari mentre intraprendono compiti didatticamente importanti del tipo discusso nella sezione 4.3.

7.7 STUDENTI CON PARTICOLARI ESIGENZE

La tecnologia può presentare delle sfide speciali per gli studenti con problemi di apprendimento, disordini comportamentali, problemi emotivi, o menomazioni fisiche, ma può anche fornire loro opportunità uniche per un apprendimento più efficace. Nel caso di tali studenti, un accesso equo può non significare un accesso giusto; a volte devono essere intraprese speciali misure per assicurare che sia loro offerto il massimo beneficio possibile dall'utilizzo della tecnologia.

Fortunatamente, la tecnologia stessa può spesso dimostrarsi strumentale nel fornire tale assistenza speciale (155).

I bambini con determinate menomazioni motorie o sensoriali, ad esempio, possono essere in grado di utilizzare strumenti specifici o tipi di hardware specializzato per dare l'input al computer. Gli studenti che non sono in grado di digitare con la tastiera

convenzionale, possono riuscire ad ottenere lo stesso effetto mediante l'utilizzo della tecnologia "ottica", o utilizzando uno strumento ad interruttore unico insieme ad un software a scanner, con una tastiera speciale per selezionare dapprima una riga, successivamente una colonna, da una "tastiera virtuale" disegnata sul monitor. Coloro che non sono in grado di utilizzare il mouse, possono riuscire ad usare uno strumento alternativo, insieme ad un display o schermo specializzato per emulare le operazioni di "punta-e-clicca". Il software stenografico (basato sia sul sistema standard di Gregg che sull'espansione di abbreviazioni definite dall'utente) o la previsione interattiva delle parole, possono essere applicati per ridurre il numero di battute necessarie per l'input alla tastiera. In alternativa un software di interpretazione del codice Morse può essere utilizzato per supportare l'input di caratteri arbitrari, utilizzando uno strumento a interruttore unico, oppure possono essere usati degli algoritmi di ricognizione orale per fornire capacità di riconoscimento vocale all'interno di determinate applicazioni didattiche.

Le tecnologie assistite di output per disabili comprendono programmi di ingrandimento per studenti con problemi di vista, così come sistemi che utilizzano la tecnologia di sintetizzazione vocale per leggere a voce alta informazioni dello schermo o il contenuto di documenti stampati, per gli studenti ciechi. Quest'ultima tecnologia può anche essere incorporata in "sistemi accrescitivi di comunicazione" che permettono agli studenti muti di conversare, utilizzando il discorso sintetizzato digitalizzato. Le reti, sia locali che a vasta area, possono essere utilizzate per permettere agli studenti con varie forme di limiti motori e di menomazioni di comunicazione, di accedere e scambiarsi informazioni, rendendo accessibili importanti risorse di apprendimento che sarebbero altrimenti impraticabili. La tecnologia ha anche il potenziale di amplificare in maniera significativa le opportunità educative disponibili per i bambini con problemi di apprendimento, attualmente la più vasta categoria di studenti con esigenze speciali; e si potrebbe anche rivelare importante per i bambini con problemi emotivi, o disordini comportamentali, benché siano necessari ulteriori studi per definire gli aspetti della tecnologia che potrebbero essere meglio sviluppati per favorire tali studenti.

Il ruolo essenziale del governo federale nell'assicurare l'accesso alla educational technology agli studenti con particolari esigenze, sorge in parte dal fatto che, all'interno di un distretto scolastico tipico, il numero degli studenti con determinati handicap tende ad essere troppo basso per giustificare adeguatamente i costi della ricerca, dello sviluppo e della distribuzione efficace delle tecnologie di assistenza,

che potrebbero fornire un supporto didattico adatto per quegli studenti. Nel caso di menomazioni meno comuni, è improbabile che si possano reperire le risorse che sarebbero necessarie per fornire in maniera indipendente il supporto necessario. Dovrebbe pertanto essere stanziato un finanziamento federale a favore della ricerca sull'utilizzo della tecnologia in supporto all'apprendimento degli studenti disabili, a favore dello sviluppo di hardware e software di assistenza da usare nelle scuole, e per la formazione professionale per l'applicazione di tali tecnologie.

8. LA RICERCA E LA VALUTAZIONE

In vista sia dei significativi cambiamenti, sia dell'investimento sostanzioso in hardware e infrastrutture, in software e in apparati di accompagnamento al software, in formazione professionale e in servizi di supporto che saranno necessari per un utilizzo efficace delle tecnologie di calcolo e di rete all'interno delle scuole K-12 della nostra nazione, non è forse sorprendente che i ricercatori, gli insegnanti, i politici, e i contribuenti facciano richieste per sapere sull'efficacia e sui costi della educational technology. Inoltre (e secondo il giudizio della Commissione questo aspetto è molto più importante), qualsiasi ricerca che getti luce sul modo in cui la tecnologia può essere usata in maniera più efficace (secondo alcuni criteri ragionevoli) senza sprechi, sarebbe di grande importanza nel massimizzare il rapporto beneficio-costi. Per la nostra nazione che spende più di un quarto di trillione di dollari ogni anno sulla didattica K-12, anche un piccolissimo miglioramento in questo rapporto potrebbe avere un impatto materiale sul deficit del budget federale e statale, e sulla competitività economica futura.

Iniziamo questa sezione con un breve sguardo su ciò che è attualmente conosciuto ed egualmente importante, su ciò che rimane ancora da imparare sull'efficacia dei vari approcci tradizionali e costruttivisti all'utilizzo dell'educational technology.

Segue una discussione su determinati elementi connessi alla valutazione degli esiti didattici, e alle implicazioni che questi elementi hanno nella comparazione di approcci alternativi all'uso della tecnologia. Nel prossimo paragrafo considereremo le questioni connesse ai finanziamenti e all'amministrazione della ricerca in educational technology, che saranno seguite dalle valutazioni generali della Commissione sulle priorità della ricerca attuale. Il paragrafo finale prende in esame il caso della ricerca sulla educational technology sponsorizzata federalmente, sia dal punto di vista teorico che pratico, e conclude con quella che è probabilmente la proposta più significativa di questo rapporto: che il governo federale incrementi

drasticamente i propri investimenti sulla ricerca mirata alla scoperta di ciò che effettivamente funziona, non solo in rispetto alla educational technology, ma nel campo dell'istruzione elementare e secondaria in generale.

8.1 L'EFFICACIA DELLE APPLICAZIONI TRADIZIONALI DELLA TECNOLOGIA

Sono stati condotti un certo numero di studi durante gli ultimi anni con lo scopo di valutare l'efficacia delle applicazioni CAI tradizionali basate sul tutoraggio (attività individuali o per piccoli gruppi), discusse nella sezione 4.1.

Mentre gli esperimenti riportati dalla letteratura erano svolti su una popolazione studentesca variegata, utilizzando approcci didattici vari, all'interno di vari ambienti naturali e di laboratorio, e utilizzando diversi approcci all'istruzione, numerosi ricercatori hanno utilizzato delle tecniche meta-analitiche (156) per aggregare i risultati di questi studi nello sforzo di arrivare ad una valutazione quantitativa sull'utilità dei computer nel campo dell'istruzione.

Nella tabella 8.1 sono riassunti i risultati di quattro di queste meta-analisi, ognuna di esse basata sui dati raccolti da decine di studi distinti sugli effetti dell'istruzione "tradizionale" basata sull'uso dei computer (157) al livello K-12. Ognuna di queste quattro meta-analisi ha riscontrato che gli studenti che utilizzano sistemi con l'uso dei computer davano una performance molto migliore di quelli a cui veniva insegnato senza l'utilizzo di tali sistemi. La quantificazione della performance media è calcolata in ogni meta-analisi con una variazione tra il 25% e il 41% di deviazione standard. I benefici maggiori di tali applicazioni tradizionali sono stati generalmente riscontrati maggiori nel caso di studenti di stato socioeconomico inferiore, di studenti a rendimento più basso e di studenti con particolari problemi di apprendimento (158). Inoltre si è generalmente riscontrato che gli studenti che utilizzano sistemi basati sull'uso del computer, apprendono più velocemente, traggono maggior diletto dalle lezioni, e sviluppano un'attitudine più positiva nei confronti del computer (benché non necessariamente verso la materia insegnata) (159).

Tabella 8.1
 Meta-analisi dell'efficacia dell'istruzione
 tradizionale basata sull'uso del computer (160)

Meta-analisi	Numero di studi	Livelli di Istruzione	Misura dell'effetto medio
Hartley (1978) 162	33	elementare e secondaria	0.41
Burns & Bozeman (1981) (163)	44	elementare e secondaria	0.36
Bangert-Drowns Kulik & Kulik (1985) (164)	51	secondaria	0.25
Kulik & Kulik & Bangert-Drowns (1990) (165)	44	elementare	0.40

Mentre la maggior parte delle dimostrazioni sarebbe a favore dell'efficacia dell'istruzione tradizionale assistita dal computer, alcuni ricercatori hanno sollevato dubbi in relazione alla metodologia utilizzata in questi studi, o all'interpretazione dei risultati che tali studi hanno prodotto. In particolare sono state sollevate alcune questioni sulla entità e la base sperimentale di molti di questi studi sottostanti, sulla soggettività di questi studi (che spesso differiscono in maniera significativa per molti aspetti), sulle aggregazioni meta-analitiche, sull'efficacia (dopo aver controllato vari fattori contestuali) e la durata nel tempo degli effetti misurati, sull'indipendenza dei responsabili della valutazione e infine è stata dimostrata una inclinazione per la sistematica opposizione alla pubblicazione dei risultati negativi (166).

Dato un finanziamento adeguato, tutte le questioni sopra citate potrebbero essere presentate mediante un preciso programma di ricerca rigorosa, attentamente controllata e replicata in maniera indipendente, condotta in un ragionevole periodo di tempo. Tale programma comunque, non indicherebbe ancora quello che potrebbe con molta probabilità essere l'elemento più importante associato alla valutazione delle applicazioni tradizionali della educational technology utilizzando i parametri

tradizionali di successo didattico: e cioè se le variabili che si stanno valutando siano in effetti ben correlate con le forme di apprendimento che desideriamo agevolare.

8.2 LA RICERCA SULLE APPLICAZIONI COSTRUTTIVISTE DELLA TECNOLOGIA

A causa dell'enfasi posta dall'attuale riforma didattica sulle attività di pensiero di più alto ordine e di problem solving e sui modelli di apprendimento basati sulla costruzione attiva da parte di ogni studente della propria conoscenza e delle proprie competenze, è naturale domandarsi che cosa attualmente si conosca e cosa rimane da conoscere su quanto le applicazioni costruttiviste, ampiamente utilizzabili nelle tecnologie di calcolo e di rete (vedi la discussione nel paragrafo 4.3), effettivamente ottengano, relativamente agli esiti didattici auspicabili sul piano dell'efficacia e del rapporto costi benefici. Una rassegna della letteratura più rilevante, comunque, suggerisce che benché si sia già svolto una buona parte di lavoro interessante e potenzialmente significativo, noi non siamo ancora in grado di rispondere a questa domanda (e non siamo nemmeno in grado di definirla precisamente), con il grado di certezza che sarebbe auspicabile dal punto di vista della politica pubblica.

Sebbene un numero limitato (spesso abbastanza promettente) di studi empirici siano già stati pubblicati, gran parte della ricerca riguardante le applicazioni costruttiviste della tecnologia è costituita da analisi teoriche e critiche, rapporti di osservazioni informali, e ragionamenti ben articolati ma ad alta inferenza, basati sulla ricerca condotta nelle ultime due decadi all'interno della psicologia cognitivista, sociale ed evolutiva, e in aree quali l'intelligenza artificiale, la motivazione adolescenziale e la gestione dell'economia internazionale e delle risorse umane. Benché questa ricerca sia abbastanza solida, le specifiche applicazioni didattiche a cui tale teoria ha dato origine nel campo della educational technology sono state fino ad ora assoggettata ad una limitata prova sperimentale rigorosa (anche se non trascurabile).

La ricerca della scienza cognitivista nel campo interdisciplinare, per esempio, ha fornito negli anni più recenti prova convincente che l'elaborazione umana di dati visivi, linguistici ecc. implica l'adattamento degli input all'interno di una ricca cornice interna di conoscenza e aspettative del "mondo reale", e non semplicemente l'assemblaggio passivo di una massa di dati esterni in un tutto emergente. La nostra comprensione dell'apprendimento umano si è sviluppata in maniera simile (sulla base di una ricchezza di dimostrazioni raccolta in una vasta gamma di diversi ambiti e mezzi), da un processo basato sull'assimilazione passiva di fatti isolati a un

processo in cui colui che apprende in maniera attiva, formula e mette alla prova ipotesi sul mondo, adattando, elaborando e raffinando i modelli interni che sono spesso di natura altamente procedurale (167).

Non c'è dubbio che tale ricerca fornisce terreno fertile per la formulazione di ipotesi interessanti sul modo in cui i metodi didattici tradizionali potrebbero essere modificati per sfruttare questi avanzamenti nella comprensione della natura della percezione, della cognizione e dell'apprendimento. E' bene ricordare comunque che la storia della scienza (e più specificatamente, della ricerca e della pratica didattica) è piena di esempi di affascinanti ipotesi di applicazioni specifiche che sembrano sorgere "naturalmente" da teorie ben fondate, ma che sono confutate sia da esami empirici rigorosi che da evidenti fallimenti pratici (168). La conoscenza della natura dell'apprendimento e del pensiero è strettamente correlata alla, benchè distinta dalla, conoscenza dei modi migliori per far sì che tale apprendimento abbia luogo. Mentre la prima (conoscenza) può risultare di forte aiuto nel corso dell'acquisizione della seconda, è importante che una confusione delle due non ci conduca a sottostimare l'importanza della ricerca empirica mirata alla validazione delle nostre ipotesi, che riguardano l'efficacia e l'effetto sui costi di specifiche applicazioni costruttiviste della tecnologia.

Queste osservazioni non sono in nessun modo intese quale critica della ricerca sulla educational technology basata sui principi costruttivisti; piuttosto, riflettono il fatto che tale ricerca si trova ancora ad uno stadio relativamente prematuro del suo sviluppo. Gran parte della ricerca attualmente condotta sulle applicazioni costruttiviste della tecnologia è di natura formativa, intesa più quale esplorazione preliminare di nuovi territori intellettuali, che non una valutazione definitiva di una sola soluzione possibile. Tale ricerca è spesso (e nel caso di molte applicazioni costruttiviste, necessariamente) caratterizzata dalla manipolazione simultanea di un certo numero di variabili diverse, e dovrebbe in ultima analisi essere seguita da sperimentazioni successive (e spesso lente) pensate per cogliere i principi sottostanti di qualsiasi effetto positivo. La ricerca formativa sulle applicazioni costruttiviste della tecnologia tende anche ad essere più difficile da generalizzare negli altri contesti didattici di quanto avvenga per l'istruzione tradizionale assistita dal computer. Potrebbe essere necessaria una ricerca ulteriore, per esempio, per determinare il grado in cui gli effetti positivi persistono nelle mani di insegnanti meno capaci o meno motivati, all'interno di tipi diversi di popolazione studentesca o in assenza di risorse finanziarie analoghe.

In onestà si dovrebbe notare che parte del lavoro empirico utile è già stato fatto per validare l'efficacia degli approcci didattici basati in vari modi su un modello didattico costruttivista. Inoltre, tali risultati così come sono stati riportati fino ad ora sono stati interessanti ed incoraggianti. Un esempio è fornito da The Adventures di Jasper Woodbury, una serie di esercizi di problem solving estesi, basati su videodisco, e a finale aperto, sviluppati dal Cognition and Technology Group dell'Università di Vanderbilt.

Mentre gli studenti che hanno partecipato al programma Jasper hanno acquisito concetti matematici di base più o meno allo stesso grado delle aspettative verificate, (169) è stata valutata una performance superiore nella soluzione di problemi graduati, che esigevano come risposta una o più parole, con difficoltà crescente; si è notata una performance superiore anche su vari compiti di progettazione ad alto livello che richiedevano la formulazione di più sottobiattivi (170).

Altri ricercatori hanno pubblicato risultati empirici promettenti connessi all'utilizzo degli strumenti software (171), alle collaborazioni basate sulle reti (172), alle simulazioni al computer (173), all'interno di uno schema costruttivista.

In generale comunque è stata effettuata una ricerca considerevolmente meno empirica sull'efficacia delle applicazioni costruttiviste della tecnologia di quanto sia stato fatto sulle applicazioni tradizionali basate sul tutoraggio. Questo squilibrio è attribuibile a numerosi fattori. Il primo sorge dalla relativa carenza di parametri ben definiti, ben accettati, per la valutazione comparata degli esiti didattici all'interno di un contesto costruttivista. I test a scelta multipla convenzionali, standardizzati offrono il vantaggio di una disponibilità diffusa, di una somministrazione e valutazione diretta, di una familiarità e credibilità con il pubblico in generale. Tali test comunque tendono a collocare una maggiore enfasi sull'accumulo di fatti isolati e di competenze di base, e meno sull'acquisizione di un pensiero di più alto ordine e di competenze di problem solving, di quanto sarebbe auspicabile per la valutazione di quelle forme di conseguimento didattico che sono centrali nella riforma didattica attuale.

Se gli scopi del movimento di riforma didattica devono essere raggiunti, è essenziale che ci si preoccupi di stabilire a cosa Hawkins si riferisce con " un sistema in cui la didattica non sia in tacito conflitto con la contabilità" (174). Dato che i ricercatori, gli educatori e i programmatori di software presumibilmente svilupperanno contenuti e tecniche che ottimizzino le performance degli studenti rispetto a qualsiasi criterio venga impiegato per valutare l'esito didattico, il progresso dipenderà in modo critico dallo sviluppo di parametri che possono servire come tramiti attendibili per

raggiungere gli esiti didattici desiderati, e che godano di una accettazione ragionevolmente diffusa tra i ricercatori, gli insegnanti, i genitori, e i legislatori (175).

Mentre la ricerca empirica sulle applicazioni costruttiviste della tecnologia é stata complicata dai problemi connessi al modo in cui gli esiti didattici "favorevoli" dovrebbero essere definiti e misurati per valutare la relativa efficacia degli approcci alternativi, il progresso é stato impedito anche da forti carenze di finanziamenti, come discusso nel paragrafo 8.4.

Anche in assenza di tali fattori, lo sviluppo di una letteratura valutativa ricca é un processo intrinsecamente lento. Sarebbe irrealistico aspettarsi che la letteratura fosse altrettanto vasta e matura nel caso della educational technology basata sui principi costruttivisti, quanto il corpo della ricerca primaria e della meta-analisi che é stata sviluppata in un periodo di molte decadi per le applicazioni tutoriali tradizionali basate sull' uso del computer. Benchè saranno necessari tempo e risorse per sviluppare una comprensione ferma e scientifica della forza e dei limiti dell'approccio costruttivista e (forse più importante ancora) delle tecniche specifiche che probabilmente si dimostreranno più efficaci nel rapporto costi/benefici, la Commissione ritiene che tale ricerca sia considerata essenziale e degna di un appoggio federale sostanzioso e continuo.

8.3 LE PRIORITA' DELLA RICERCA FUTURA

Mentre la ricerca in una vasta gamma di aree potrebbe facilitare, direttamente o indirettamente, l'utilizzo efficace della educational technology all'interno delle scuole K-12 della nostra nazione (176), gran parte della ricerca che la Commissione ritiene essere più importante rientra in una delle seguenti tre categorie :

1. ricerca di base in varie discipline connesse all'apprendimento e un lavoro basilare sulle varie tecnologie rilevanti dal punto di vista dell'istruzione
2. Una ricerca ai primi stadi mirata allo sviluppo di nuove forme di software dedicati alla scuola, di apparati e di una didattica tecnologizzata
3. Studi empirici progettati per determinare quali approcci all'uso della tecnologia siano in realtà più efficaci

Tra le aree di ricerca racchiuse nella prima categoria vi sono vari aspetti della psicologia cognitivista ed evolutiva, della neuroscienza, dell'intelligenza artificiale, e dei campi interdisciplinari della scienza cognitivista che hanno già lanciato parecchia luce sulla natura dell'apprendimento, del pensiero, della memoria e della percezione. Inoltre, molte aree di ricerca nel campo della computer science hanno il potenziale di svolgere ruoli importanti nello sviluppo di valide tecnologie da applicare alla didattica. Il valore potenziale del progresso continuativo su fronti sia scientifici che progettuali richiede continui finanziamenti federali per entrambe le categorie della ricerca, che potrebbero in ultima analisi, fornire profitti significativi non solo nell'area della educational technology, ma in altre aree importanti da un punto di vista della politica governativa.

La seconda categoria di ricerca che la Commissione ritiene dovrebbe essere incoraggiata a livello federale include un'indagine che focalizzi lo sviluppo e la "taratura" (testing) degli approcci innovativi delle applicazioni della tecnologia alla didattica, che difficilmente avranno origine all'interno del settore privato. Mentre gli stadi più avanzati della ricerca, dello sviluppo, e della progettazione del prodotto sono verosimilmente condotti in larga parte dagli sforzi industriali, ci sono ragioni, sia teoriche che empiriche, per credere che solamente il governo federale possa fornire un livello adeguato di finanziamenti per gran parte della fase iniziale della ricerca che la Commissione ritiene che ora debba essere condotta nel campo dell'educational technology.

Questa situazione sorge da una particolare forma di problematica esterna economica connessa alla mancanza del diritto di appropriarsi di certe forme di proprietà intellettuale. Supponiamo, ad esempio, che una particolare azienda privata (d'ora in poi denominata ditta A) dovesse impiegare risorse significative sulla ricerca mirata alla scoperta di nuove importanti tecniche per l'applicazione della tecnologia alla didattica. Mentre l'azienda A dovrebbe avere la possibilità di sfruttare qualsiasi risultato positivo che possa aver riscontrato nel corso della sua ricerca, mediante la vendita alle scuole di un prodotto software brevettato, sarebbe in generale incapace di evitare che le altre aziende analizzino tale prodotto e utilizzino i benefici di queste analisi per progettare un prodotto competitivo, appropriandosi in tal modo di una parte dei profitti derivanti dai risultati della ricerca dell'azienda A, e conseguentemente diminuendo il profitto dell'azienda A.

Dall'impossibilità di godere del completo beneficio dei propri investimenti nella ricerca, l'azienda A (e tutti i relativi concorrenti, in quanto ognuno di essi si troverebbe di fronte allo stesso dilemma) presumibilmente investirà sempre meno (e, nella realtà di molti casi, drasticamente meno) nella ricerca e nello sviluppo di quanto sarebbe ottimale, sia dal punto di vista economico dell'azienda A e dei suoi concorrenti, sia dal punto di vista degli studenti, delle scuole e della società in generale. Tali problemi sono normalmente risolti mediante finanziamenti comuni al più alto livello dell'autorità che impone le tasse, in questo caso mediante investimento a livello federale. (Il finanziamento statale o federale sfocierebbe in un altro problema, in cui ogni stato o autorità locale avrebbe un incentivo a sotto investire sistematicamente nei fondi per la ricerca, così da "cavalcare l'onda" degli altri).

Secondo la Commissione tali problematiche esterne economiche, combinate con il potenziale "effetto moltiplicatore" che si può realizzare quando i fondi governativi attentamente mirati per la ricerca ai primi stadi sono utilizzati per sovvenzionare la R&D (Ricerca e Sviluppo) del settore privato allo stadio avanzato, forniscono un'ottima ragione per un finanziamento federale della ricerca ai primi stadi, mirata allo sviluppo di nuovi software, di apparati didattici e di una didattica tecnologicamente competente.

Ad oggi, il livello di sostegno federale per tale ricerca è stato piuttosto basso in confronto ai profitti associati; e quel po' di finanziamento è stato destinato principalmente alle materie Matematica e Scienza (dove gli stanziamenti della National Science Foundation hanno avuto un impatto significativo). Mentre la Matematica e la Scienza svolgeranno certamente un ruolo critico nella preparazione dei nostri figli per le richieste del ventunesimo secolo, la Commissione ritiene che il livello di finanziamento federale per la ricerca ai primi stadi sulle applicazioni innovative della educational technology dovrebbero essere aumentate in molte aree, compreso quella letteraria, quella degli studi sociali e delle arti creative.

Per poter massimizzare la probabilità di individuare degli approcci intellettualmente divergenti, ma altamente efficaci, dovrebbe essere fornito inizialmente un sostegno per un numero sostanziale di progetti di ricerca indipendenti, basati su una vasta gamma di approcci alternativi. La ricerca in questa seconda categoria, comunque, sarà di carattere preliminare e fondamentale, e non ci si può aspettare che produca risultati definitivi, attendibili e ampiamente generalizzabili, che forniscano una chiara indicazione su quali approcci all'utilizzo della educational technology abbiano più

probabilità di dimostrarsi efficaci nella pratica. La derivazione di tali risultati empirici è tra gli scopi principali della ricerca descritta nell'ultima delle tre categorie identificate sopra.

Secondo la Commissione, il principale scopo di tale lavoro empirico non dovrebbe essere la risposta alla domanda se i computer possono essere efficacemente utilizzati all'interno della scuola. La probabilità che l'istruzione elementare e secondaria dimostri di essere l'unica industria basata sull'informazione in cui la tecnologia dei computer non ha un ruolo naturale, apparirebbe a questo punto essere così remota da rendere del tutto inutile qualsiasi ricerca che possa essere progettata per rispondere solamente a tale quesito. Anche se si ritenesse auspicabile raccogliere testimonianze a favore della efficacia generalizzata della tecnologia nella didattica, le tendenze didattiche attuali renderebbero l'interpretazione di tale ricerca più difficile di quanto fosse nei primi giorni della didattica assistita dai computer. La tecnologia negli ultimi anni è stata sempre più vista non come una aggiunta isolata al convenzionale corso di studi K-12, ma come uno dei tanti strumenti che può essere usato per sostenere un processo di riforma comprensiva (e in alcuni casi sistematica) del corso di studio. In un tale panorama, gli sforzi per isolare gli effetti della tecnologia quale variabile distinta indipendente potrebbero essere sia difficili che improduttivi. La Commissione ritiene che le tipologie di scoperta che possono dimostrarsi utili nella pratica, hanno più probabilità di sorgere da una ricerca mirata all'accertamento dell'efficacia e dei rapporti costi/benefici degli approcci e delle tecniche specificatamente didattici che utilizzano la tecnologia.

Considerato l'enorme investimento che la nostra nazione fa nella scuola ogni anno, e l'alta posta associata con la qualità dell'istruzione che i nostri figli ricevono, è essenziale che tale ricerca sia condotta in maniera tale e su una scala tale da fornire a insegnanti, politici, genitori e al pubblico in generale, risultati ben fondati e credibili, che possano essere applicati con sicurezza nel contesto della reale decisionalità didattica. I sondaggi iniziali, del tipo descritto nella seconda categoria sopra citata, dovrebbero essere utilizzati per formulare ipotesi ben esplicite, falsificabili, adatte a un test empirico rigoroso. Queste ipotesi dovrebbero poi essere sottoposte ad una potenziale confutazione mediante l'esecuzione di esperimenti ben progettati, attentamente controllati che abbiano sufficiente potere statistico per distinguere gli effetti genuini di dimensioni relativamente modeste, dalle differenze che possono essere facilmente spiegate come casualità

Uno degli aspetti più salienti nella progettazione di tali esperimenti è la loro dimensione: una volta che la ricerca formativa ha prodotto ipotesi che sono ritenute sufficientemente promettenti da giustificare una ulteriore valutazione, bisognerà organizzare numerosi studi empirici, condotti indipendentemente, su larga scala; ogni studio comprenderà un numero adeguato di studenti per un lasso di tempo significativo; tutto questo sarà necessario per ottenere risultati statisticamente significativi che coinvolgano un numero non banale di variabili dipendenti e indipendenti. Dato che diversi approcci si possono dimostrare ottimali in diverse materie, in diverso grado e livello, con diversi tipi di insegnanti e con studenti con diverse esigenze, interessi, background, conoscenze attuali e stili di apprendimento, l'investigazione sistematica di come la tecnologia possa essere meglio utilizzata per migliorare la didattica K-12 negli Stati Uniti è probabile che coinvolga centinaia di migliaia di studenti/anni di ricerca sperimentale.

Un'altra cosa importante da considerare è quanto i risultati di un dato studio empirico possono essere generalizzati ad altre situazioni didattiche. Mentre la sperimentazione all'interno di un panorama di laboratorio insolitamente arricchito può facilmente essere produttiva in determinate circostanze, è importante che una buona parte di ricerca sia anche condotta sotto condizioni più "tipiche" di una aula reale, utilizzando gli insegnanti comuni (e non solamente coloro che hanno una preparazione fuori dalla norma o sono altamente motivati), e senza accesso a risorse finanziarie straordinarie o di altro tipo, o con speciale supporto esterno di ricercatori universitari. Se il nostro scopo è comprendere come la tecnologia può essere meglio utilizzata all'interno delle scuole reali, è essenziale che, allo stesso tempo, gli esperimenti a larga scala siano effettivamente condotti all'interno di tali scuole.

Infine, è importante che i risultati di tale ricerca, sia positivi che negativi, siano ampiamente diffusi all'interno del sistema dell'istruzione e della comunità di ricerca didattica. Dovrebbero essere incoraggiati alti standard di "revisioni dei pari" all'interno dei periodici scolastici che pubblicano articoli che riguardano la tecnologia, e si dovrebbe fornire un supporto federale per conferenze e workshop organizzati con lo scopo di riunire i ricercatori per interazioni regolari, informali, così come per la presentazione dei nuovi risultati della ricerca.

Dovrebbe inoltre essere fornito un finanziamento federale sostanzioso per i dottorati di alta qualità sull'uso della tecnologia nella didattica. A parte il diretto contributo che tale ricerca può dare all'attuale stato della conoscenza nel campo, il supporto federale dovrebbe aiutare ad accrescere la produzione di PhD in grado di condurre

ulteriore ricerca in questa area e/o preparare gli insegnanti ad utilizzare la tecnologia in maniera efficace all'interno delle loro classi.

8.4 I FINANZIAMENTI PER LA RICERCA

Alla lunga, la Commissione ritiene che gran parte della promessa della educational technology rimarrà insoddisfatta in assenza di una crescita significativa del livello di finanziamento disponibile per la ricerca in questo campo. Questo rischio, comunque, probabilmente si comprende meglio se legato ad un problema più vasto: il vergognoso sottofinanziamento (relativo al livello generale di spese per l'istruzione) della ricerca sulla didattica in generale (177).

La gravità di questo problema è illustrato da un paragone (in qualche maniera plurisemplificato) tra il sistema dell'Istruzione e l'industria farmaceutica in America. Nel 1995 gli Stati Uniti hanno speso 70 miliardi di dollari per farmaci da banco e non, e hanno investito circa il 23 % di questa somma sullo sviluppo e i test farmaceutici. Per contrasto, la nostra nazione, che ha speso circa 300 miliardi di dollari per l'educazione pubblica K-12 nel 1995, ha investito meno dello 0.1 % di tale cifra per determinare quali tecniche didattiche effettivamente funzionano e per trovare il modo di migliorarle.

Inoltre mentre le spese sulla ricerca farmaceutica sono significativamente aumentate nelle ultime decadi, con l'apertura di nuove strade per l'innovazione medica determinate dalle nuove tecnologie, la ricerca sovvenzionata dal National Institute of Education (178) è scesa tra il 1973 e il 1986 a un fattore 5 (in dollari costanti) (179).

Benché questa situazione sia in qualche modo migliorata negli ultimi dieci anni, il Dipartimento di Educazione continua a destinare una porzione relativamente insignificante del suo budget annuale di 30 miliardi di dollari alla ricerca.

In onestà si dovrebbe notare che non tutta la ricerca didattica è finanziata dal Dipartimento di Educazione. I fondi sono anche stanziati dal Dipartimento della Difesa, dalla National Science Foundation, dal National Institute of Health e dal National Institute of Mental Health, per varie forme di ricerca e valutazioni connesse alla didattica. Mentre parte di queste spese (i finanziamenti NSF per la ricerca connessa all'insegnamento della Scienza e della Matematica ai livelli scolastici delle elementari e delle secondarie, ad esempio) sono rivolte alla didattica K-12, gran parte della ricerca condotta in queste altre agenzie sono meno direttamente rilevanti.

Il sostegno statale, locale ed industriale alle attività connesse alla ricerca é stato in gran parte limitato a funzioni che é improbabile facciano avanzare in maniera significativa lo stato generale della conoscenza all'interno del campo della didattica, compresa la raccolta di dati statistici per scopi amministrativi e pianificatori, in conformità a varie ricerche statutarie, condotte per la formulazione della politica locale statale . Questo fenomeno é facilmente giustificato da problematiche esterne economiche analoghe a quelle discusse nella sezione 8.3: siccome nessuno stato, comune, o ditta privata potrebbe sperare di accaparrarsi più di una piccola frazione dei benefici associati ad un importante avanzamento nella nostra comprensione del modo migliore per istruire gli studenti delle scuole elementari e secondarie, sarebbe irrealistico aspettarsi che tali entità conducano dei programmi significativi di ricerca di base nel campo dell'istruzione. Mentre la decentralizzazione geografica può facilmente costituire un elemento utile per dare più efficienza a molte funzioni pubbliche, la Commissione ritiene che questa strategia sia inappropriata per il finanziamento della ricerca, sia nell'istruzione in generale che nell'educational technology in particolare.

Benché sia stato storicamente disponibile un finanziamento modesto per la ricerca didattica attraverso le fondazioni private e i programmi filantropici, tali istituzioni hanno avuto la tendenza negli ultimi anni a favorire i programmi "orientati verso l'azione", rispetto alla ricerca e alla valutazione. In un suo rapporto del 1991, che riassume i riscontri del Progetto sulle Priorità di Finanziamento per la Ricerca Educativa, la National Academy of Education ha riportato che "c'è la preoccupazione nella comunità della ricerca che numerose fondazioni stiano abbandonando la ricerca in favore di progetti puramente dimostrativi, senza alcuna componente di ricerca di qualsiasi tipo " (180).

Considerata l'importanza dell'istruzione elementare e secondaria per il futuro dell'America, e l'enorme investimento che la nostra nazione fa ogni anno sulla didattica, la Commissione raccomanda che dopo un breve periodo che coinvolge aumenti annuali sostanziosi, uno stanziamento statale costante di non meno dello 0.5 % del budget dedicato alla didattica K-12 (o approssimativamente 1.5 miliardi di dollari l'anno, ai livelli di spesa attuale) sia fatto per la ricerca sponsorizzata federalmente, mirata specificatamente al miglioramento dell'efficacia e del rapporto costi/benefici relativamente all'educazione K-12 negli Stati Uniti.

Mentre tale somma può sembrare abbastanza alta in termini assoluti, quando viene espressa quale frazione di spese didattiche totali, é circa 10 o 20 volte più bassa

dell'analogo rapporto nella maggior parte delle industrie basate sulla conoscenza. Poichè anche un miglioramento modesto nel rapporto costi/benefici del processo didattico sfocerebbe in una riduzione enorme nelle spese pubbliche per migliorare il livello dell'istruzione, la Commissione ritiene che un tale investimento potrebbe sfociare nel tempo in un risparmio considerevole. Anche questi risparmi comunque probabilmente impallidirebbero, se paragonati all'impatto economico che un sistema educativo K-12 significativamente migliorato potrebbe dare alla competitività economica della nostra nazione durante le prime decadi del 21° secolo.

Siccome è probabile che la tecnologia sarà integrata in modo stretto nei nuovi corsi di studi che sorgeranno da queste ricerche, potrebbe essere controproducente investire tutti i finanziamenti della ricerca sulla educational technology sotto una voce separata, divisa da altri aspetti della ricerca didattica. Piuttosto che proporre un valore specifico per la componente tecnologica di tale ricerca, la Commissione proporrebbe che l'utilizzo delle tecnologie di calcolo e di rete siano considerate e, dove si ritiene opportuno, analizzate ogni qualvolta esse possano sembrare potenzialmente utili nel raggiungimento di scopi educativi di alto livello, che motivino il programma di ricerca didattica proposto in questo paragrafo.

8.5 CONSIDERAZIONI ORGANIZZATIVE E AMMINISTRATIVE

Si dovrebbe tener presente che un finanziamento federale sostanzioso è la condizione necessaria, ma non sufficiente, per un progresso nella comprensione dei modi in cui la tecnologia può essere utilizzata al meglio per sostenere l'istruzione K-12. Altrettanto importante è la maniera in cui il governo federale struttura e fa funzionare i programmi di ricerca organizzati per determinare tale progresso. Come viene notato nella sezione 8.3, la commissione ritiene che tale sforzo di ricerca dovrebbe includere un sostegno federale per un numero abbastanza grande di progetti a piccola e media scala, controllati indipendentemente da singoli ricercatori e da piccoli gruppi. Tali progetti dovrebbero essere particolarmente importanti nei prossimi anni quando la ricerca di primo livello, di tipo esploratorio, verrà condotta per generare ipotesi di test empirici rigorosi. Mentre un certo grado di coordinamento programmatico potrebbe essere utile per assicurare un'adeguata copertura di tutte le aree rilevanti, i principali punti di interesse di un tale programma iniziale dovrebbero essere relativi a una ricerca "extramoenia", orientata verso l'investimento con soluzioni e contratti assegnati principalmente mediante un procedimento di "revisione dei pari" da parte di esperti esterni.

L'enfasi della Commissione sull'importanza di numerosi progetti di ricerca concepiti ed eseguiti indipendentemente, di scala relativamente limitata, non é intesa a scoraggiare la stipulazione di finanziamenti federali, a larga scala, costanti, diretti verso "centri di eccellenza" o altri programmi ad ancora più larga scala; infatti la "massa critica" associata a tali centri e programmi potrebbe benissimo svolgere un ruolo importante nel catalizzare i progressi della ricerca nel campo della educational technology. Tali sforzi di ricerca concentrati potrebbero essere sistemati all'interno di istituzioni accademiche, istituti di ricerca, laboratori federali o industrie, e potrebbero in alcuni casi essere distribuiti in diverse località geografiche. Particolare attenzione dovrebbe essere posta sugli sforzi collaborativi che uniscono le università e le scuole K-12, per la ricerca sperimentale situata all'interno delle aule reali, un tipo di progetto per cui é attualmente abbastanza difficile assicurare un finanziamento.

I progetti a larga scala, coordinati, saranno particolarmente importanti negli stadi più avanzati della ricerca sull'utilizzo della tecnologia per sostenere gli obiettivi della riforma didattica, quando le ipotesi formulate durante la fase iniziale, esploratoria saranno pronti per una valutazione rigorosa, empirica. Per poter trarre delle conclusioni attendibili che possano essere utilizzate con certezza dagli insegnanti e dai politici, sarà necessario raccogliere sistematicamente i dati da un vasto numero di scuole. Per essere utili a livelli massimi, tali dati dovrebbero essere raccolti in una maniera coordinata, standardizzata (o al limite, dovrebbero essere sufficientemente paragonati per supportare meta-analisi sensate, basate su tutti gli studi rilevanti).

Per fare ciò sarà necessaria la cooperazione di numerosi ricercatori e professionisti, e potrebbe essere importante un coordinamento programmatico a livello federale. A lungo termine i risultati più significativi dovrebbero essere replicati indipendentemente sotto diverse condizioni e da diversi team di ricercatori, contribuendo ulteriormente alla portata di tale impresa e alla quantità di dati che dovranno essere raccolti all'interno di un ambiente autentico di classe.

Mentre l'ampiezza di queste richieste di dati può sembrare abbastanza grandiosa in termini assoluti, é in realtà molto piccola in relazione all'enormità della popolazione studentesca del K-12 in America. Mentre alcuni potrebbero obiettare in via di principio relativamente allo sfruttamento dei nostri bambini quali "cavie", la realtà é che tale ricerca potrebbe essere organizzata facilmente in modo da coinvolgere solamente una piccola parte degli studenti della nostra nazione, e da avere un impatto minimo su ognuno di questi singoli studenti. Data l'importanza dell'istruzione elementare e secondaria, e data la percentuale di tutte le spese pubbliche che sono

destinate al suo supporto, dovrebbe allarmare la mancanza dell'applicazione di metodi scientifici di ricerca e la carenza di sperimentazione.

Per rimanere nell'ambito di un paragone che abbiamo già usato, benché qualcosa come centinaia di migliaia di americani siano stati iscritti in esperimenti approvati dalla FDA, designati a raccogliere dati sulla sicurezza e sull'efficacia di nuovi farmaci, noi non abbiamo mai intrapreso uno sforzo nemmeno remotamente paragonabile per raccogliere in maniera sistematica il tipo di dati che possono aiutarci per valutare l'efficacia delle tecniche didattiche che stiamo attualmente utilizzando per insegnare ai 51 milioni di studenti americani del K-12. Con gli opportuni controlli etici per assicurare (tra le altre cose) che gli studenti non siano mai sottoposti ad approcci sperimentali ritenuti inferiori alla miglior pratica attuale, si potrebbe raccogliere un'abbondanza di dati scientifici sulla efficacia di vari approcci all'utilizzo delle tecnologie didattiche, conducendo degli esperimenti all'interno di un gruppo relativamente vasto, e ragionevolmente rappresentativo, delle scolaresche reali di tutta la nazione. Anche una piccola frazione della popolazione studentesca nazionale dovrebbe essere sufficientemente vasta in numero assoluto per condurre molti esperimenti con un valore statistico adeguato, per poter estrapolare tutto, tranne gli effetti più piccoli. Non riuscendo a condurre tali esperimenti, stiamo in realtà spreco una fonte di dati di immenso valore e privandoci di una opportunità insostituibile per migliorare, nel tempo, il nostro sistema dell'istruzione.

Benché le considerazioni quantitative del tipo discusso sopra svolgeranno un ruolo importante nella formulazione della politica federale per la ricerca empirica a larga scala sulla educational technology, la qualità della ricerca sarà egualmente importante. Una dimostrazione concreta di ciò che è raggiungibile quando gli standard scientifici più alti sono messi in rapporto con la ricerca finanziata federalmente nell'area della educational technology, è fornito dalla National Science Foundation, che è tenuta in alta considerazione sia per la qualità della ricerca che ha sostenuto nell'ambito della educational technology (e in altre aree connesse), sia per il modo in cui le decisioni di finanziamento sono state raggiunte. Supportando un aumento sostanziale della ricerca sponsorizzata dalla NSF sull'utilizzo della tecnologia nella didattica, (182) la Commissione ritiene essenziale che siano mantenuti standard paragonabili all'interno dell'Education Department dell'Office of Educational Research and Improvement (OERI), in cui il presente mandato rispetto all'educazione K-12 in determinati importanti ambiti è più vasto di quello della National Science Foundation, (183), e all'interno di qualsiasi altra agenzia a cui sia

affidata la responsabilità per la ricerca attinente all'istruzione elementare e secondaria.

Per evitare la politicizzazione e altri problemi, che nel passato hanno compromesso la qualità della ricerca condotta sotto gli auspici della OERI e dei suoi predecessori istituzionali (184), dovrebbero essere adottate misure strutturali concrete per assicurare l'eccellenza, l'indipendenza e l'integrità scientifica di tutta la ricerca sponsorizzata federalmente sulla educational technology e sulla didattica in generale. In maniera specifica la Commissione suggerisce che il Presidente nomini un comitato di esperti esterni, per formulare l'agenda per un programma coordinato, interattivo, di ricerca scientifica rigorosa nel campo dell'istruzione, e per sovrintendere l'esecuzione di questo programma in modo continuativo. Gli appartenenti ad un tal comitato di supervisione dovrebbero includere non solo ricercatori sulla didattica, ma anche ricercatori qualificati nelle altre discipline, che possono essere rilevanti in termini sia di contenuto che di metodologia.

Più in generale, la Commissione ritiene che un progresso sostanzialmente maggiore sarà probabilmente fatto nell'espandere l'attuale stato della conoscenza all'interno del campo sia dell'istruzione in generale che della educational technology in particolare, se la ricerca in questi campi viene condotta non solamente dai ricercatori che stanno già lavorando in questo ambito della educational technology, ma anche da personale altamente qualificato, proveniente da numerose altre discipline scientifiche, matematiche o ingegneristiche. Mentre sarà necessario per tali persone acquisire certe conoscenze e abilità specifiche dell'ambito della didattica, molte delle metodologie della ricerca degli schemi concettuali e delle competenze tecniche associate a tali discipline si dimostreranno probabilmente trasferibili allo sviluppo e alla valutazione rigorosa di metodi didattici innovativi. Inoltre la partecipazione di un numero importante di tali individui sfocerebbe, con ogni probabilità nella infusione di nuove idee nella comunità della ricerca didattica e nella promozione di alti standard di rigore metodologico all'interno del campo.

Le università americane stanno attualmente sfornando più PhD in particolari discipline scientifiche matematiche e ingegneristiche di quanto sia facilmente assorbito all'interno delle occupazioni per le quali essi sono formati, mentre molti dei nostri laboratori nazionali stanno cercando nuovi modi per distribuire in maniera produttiva i loro rispettivi pool di ricercatori di talento. Allora, l'idea di mobilitare un gruppo sostanzioso di ricercatori formati in altri campi per lavorare con gli insegnanti

e i ricercatori in ambito didattico, per un miglioramento sistematico delle scuole primarie e secondarie americane, sembra non meno attraente di quanto è avvenuto in precedenza in progetti come il Progetto Manhattan o il Programma Spaziale. Il supporto federale a tali sforzi di ricerca e per una preparazione universitaria e post-dottorato mirata a formare individui in altre discipline a condurre una ricerca applicabile alla didattica K-12, potrebbe perciò svolgere un importante ruolo nel raggiungimento degli obiettivi di ricerca descritti in questo rapporto.

Un'altra importante questione di politica pubblica connessa alla ricerca sulla educational technology è se la distribuzione dei computer e delle reti all'interno delle scuole nazionali debba essere ritardata in attesa della disponibilità di dati migliori sul modo in cui tali tecnologie possono essere utilizzate nella maniera più efficace possibile. La Commissione ritiene che sarebbe un serio errore seguire questo corso di azione, per quanto possa apparire una grossa tentazione da un punto di vista fiscale. Mentre si potrebbe desiderare che un programma ambizioso di ricerca sulle educational technology fosse stato lanciato parecchi anni fa, i limiti della nostra conoscenza attuale non debbono essere utilizzati quale pretesto per permettere alle nostre scuole di rimanere molto indietro, nell'utilizzo delle tecnologie di calcolo e di rete, rispetto alle altre istituzioni basate sull'informazione. Utilizzando le parole del Professor Chris Dede "l'esperimento più pericoloso che possiamo condurre con i nostri figli è continuare a scolarizzarli allo stesso modo, in un momento in cui ogni altro aspetto della nostra società sta mutando drasticamente."(185).

9 PROGRAMMI E LINEE POLITICHE

Il futuro della educational technology negli Stati Uniti sarà determinato non solamente dal Presidente e dai suoi vari collaboratori, all'interno del ramo esecutivo del governo, ma anche dal Congresso, dagli insegnanti, dal settore privato, e da quello pubblico in genere. L'incarico di questa Commissione, comunque, è stato definito in maniera più ristretta, mentre i suoi membri sperano che gli elementi di questo rapporto possano essere di interesse anche per molti altri lettori, l'obiettivo primario della Commissione è stato di informare la Casa Bianca su argomenti nei confronti dei quali il Presidente è in grado di esercitare almeno alcune misure di controllo o di influenza. In questa sezione analizzeremo brevemente alcuni elementi centrali dell'attuale politica della Amministrazione sulla tecnologia educativa, offrendo sia feedback su programmi attuali, che suggerimenti riguardanti il tipo di azione che il Presidente potrebbe ritenere di intraprendere in futuro.

9.1 L'INIZIATIVA DEL PRESIDENTE SULLA EDUCATIONAL TECHNOLOGY

Nel suo discorso sullo Stato dell'Unione il 23 gennaio 1996, il presidente Clinton ha annunciato la Education Technology Initiative (Iniziativa della Educational technology); questa fu formulata per raggiungere quattro scopi di massimo livello :

* Computer: "i computer moderni e gli strumenti di apprendimento saranno accessibili ad ogni studente".

* Connessione: le classi saranno connesse l'una all'altra e al mondo esterno".

* Contenuto: "i software didattici saranno una parte integrale dei curricula e tanto accattivanti quanto il miglior videogioco."

* Gli insegnanti: "gli insegnanti saranno pronti a utilizzare e a insegnare con la tecnologia." (186).

Mentre il presente rapporto è organizzato diversamente per propositi espositivi, si osserva che la maggior parte degli ambiti che la Commissione ha indicato quali critici per una buona riuscita della educational technology, sono racchiusi nell'iniziativa del Presidente. Inoltre l'analisi della Commissione di vari documenti, prodotti dalla Casa Bianca, dal Dipartimento dell'Istruzione, dal Comitato sull' Istruzione e sulla Formazione del National Science and Technology Council, dall'ufficio della Politica delle Scienze e della Tecnologia e da altre fonti all'interno del ramo esecutivo, suggeriscono che le direzioni attualmente intraprese dall'Amministrazione sono per la maggior parte coerenti con quelle che la Commissione ritiene essere le più importanti. Questa impressione è stata rinforzata nel corso di briefing formali, sessioni informali, sia con i funzionari federali che con i membri della comunità della educational technology. L'aspetto più importante dell'iniziativa del Presidente, che la Commissione ritiene dovrebbe essere fundamentalmente sviluppato e rafforzato, comunque, è relativo alla necessità pressante di una ricerca e di una valutazione a larga scala, sponsorizzata federalmente, come è stato discusso nella sezione 8.

Più in generale, la commissione ritiene che sarà difficile per la nostra nazione realizzare il totale potenziale della educational technology in assenza di una azione forte e concreta a livello federale. Benché certe attività possono essere appropriate per una esecuzione a livelli inferiori di governo (come viene contemplato da numerose proposte discusse sotto), è importante che le responsabilità non ricadano sui singoli Stati e sui Comuni.

9.2 I PROGRAMMI FINANZIATI

Un programma che è riuscito a far leva a favore di un investimento federale relativamente piccolo per fornire benefici reali all'interno di numerose comunità è la Technology Learning Challenge, che fornisce finanziamenti a sostegno dell'applicazione della tecnologia all'interno delle scuole americane. Il programma distribuisce sovvenzioni quinquennali per una media di un milione di dollari ognuna, a consorzi locali capeggiati da un Consiglio per l'Istruzione, o altre agenzie formative locali, ma includendo anche altri partners (187). Ci si aspetta che i membri di ogni consorzio partecipino sostanzialmente con più della metà del sostegno finanziario necessario per il progetto proposto (188), con la funzione di sostanziale moltiplicatore ad ogni fondo fornito dal governo federale.

Il programma dà molta importanza al contenuto e ai curricoli, allo sviluppo professionale e alla valutazione dell'efficacia didattica. Come descritto nell'annuncio del programma, "le nostre sovvenzioni per la tecnologia nella didattica non sono per la tecnologia. Le nostre sovvenzioni sono per l'utilizzo della tecnologia per migliorare l'apprendimento." Si dà particolare preferenza all'applicazione secondo cui "servono delle aree con un alto numero o percentuale di studenti svantaggiati o altre aree con la più alta necessità di educational technology" riferendosi ad alcuni delle preoccupazioni espresse nella sezione 7. Il programma fu inaugurato nel 1995 con l'elargizione di 19 sovvenzioni, selezionate (in base alle indicazioni di una Commissione esterna di esperti) tra le proposte di qualcosa come 530 richieste. La Commissione supporta fortemente la continuazione del programma della Technology Learning Challenge, e ritiene che dovrebbe essere finanziata ad un livello significativamente più alto (189).

Tra i programmi compresi dalla Education Technology Initiative del Presidente, il più ambizioso in termini finanziari è la Technology Literacy Challenge, che fu proposto dal Presidente Clinton il 15 febbraio 1996. Il punto focale di questo programma è una proposta del Technology Literacy Fund di 2 miliardi di dollari che sarebbero utilizzati per "catalizzare e far leva sugli sforzi dei settori statali, locali e privati" (190) per raggiungere i quattro scopi descritti nella sezione 9.1. I fondi dovrebbero essere distribuiti ad ogni stato basandosi sull'iscrizione studentesca, ma sarebbe sottoposto ad una richiesta di corrispondenza del settore privato del tipo one-to-one, che potrebbe assumere la forma di disponibilità di tempo da parte di

volontari, o di prodotti/servizi scontati quale alternativa ad un contributo in contanti (191).

A ogni stato verrebbe data considerevole flessibilità nella decisione sul come intervenire negli obiettivi della Education Technology Initiative del Presidente. Sono anche comprese delle disposizioni per il finanziamento di progetti di educational technology inaugurati dalle comunità locali o da consorzi di ditte private.

Benché la Commissione creda che né la Technology Challenge Grants, né la Technology Literacy Challenge saranno sufficienti in sé per portare a compimento l'intera promessa della educational technology, ciò nonostante appoggia entrambi questi programmi che ritiene possano svolgere un ruolo particolarmente importante nei prossimi anni, in un periodo durante il quale la sperimentazione a vasto raggio, con numerosi diversi approcci tecnologici e didattici, si dimostrerà probabilmente più produttiva. Mentre stanno emergendo esempi di applicazioni apparentemente riuscite (o almeno promettenti) della educational technology, comunque, diventerà sempre più importante seguire tali risultati aneddotici con sperimentazioni rigorose, sistematiche, a larga scala, per determinare quale approccio sia infatti più efficace nel rapporto costi/benefici.

Mentre alcuni stati negli ultimi anni si sono dimostrati sospettosi di quasi tutte le forme di coinvolgimento federale nell'istruzione dei loro studenti, la commissione ritiene che il futuro benessere di tutti gli studenti della nazione sarà compromesso se non vengono date disposizioni per assicurare che i singoli stati, le amministrazioni locali, i distretti scolastici e le scuole cooperino nel raccogliere i dati, insostituibili e inestimabili, che probabilmente si genereranno quale risultato dei programmi di educational technology sponsorizzati federalmente. Un volta che i dati sufficienti saranno stati raccolti, anche i finanziamenti saranno richiesti, per la ricerca mirata all'analisi e all'interpretazione stessa di tali dati. Siccome nessuno stato sarà in grado di accaparrarsi tutti i benefici derivanti da tali studi, è importante che i fondi di ricerca siano appropriati a livello federale (e non a livello statale o locale), così da evitare il relativo sistematico sottoinvestimento rispetto al livello di spesa economica ottimale, come discusso nella sezione 8.

Lo sforzo di incorporare la tecnologia all'interno delle scuole K-12 americane è stato anche avanzato direttamente o indirettamente da numerosi altri programmi che sono stati iniziati, sostenuti o promossi dalla Casa Bianca. Il Telecommunications and Information Infrastructure Assistance Program (Programma di Assistenza alle

Infrastrutture delle Telecomunicazioni e dell'Informazione) per esempio, che fu creato nel 1994 all'interno dell'Amministrazione delle Telecomunicazioni e dell'Informazione Nazionale del Dipartimento del Commercio, ha fornito i corrispondenti finanziamenti federali (in partnership con le fonti statali, locali e del settore privato), affinché gli sforzi locali sviluppassero le infrastrutture informative disponibili per le scuole e le altre istituzioni pubbliche. La Commissione ritiene comunque che questo programma dovrebbe essere finanziato a un livello sufficiente per fornire supporto a una percentuale maggiore di quei consorzi le cui applicazioni sono ritenute meritorie.

Dal punto di vista della educational technology uno dei più importanti articoli della legislazione federale recentemente decretati, è la legge sulle Telecomunicazioni del 1996 (192), che richiede che la Commissione Federale delle Telecomunicazioni (Federal Communications Commission) riveda il sistema del servizio universale in modo tale che le scuole elementari e secondarie siano fornite di un accesso ai servizi avanzati delle telecomunicazioni, compreso la connessione in reti di vasta area (193). Benché lo sconto e/o gli altri meccanismi mediante i quali tale accesso sarà assicurato, devono ancora essere messi a punto, (194), la Commissione ritiene che questa legislazione fornisca una opportunità senza precedenti per indirizzare uno dei più importanti problemi sottolineati nella sezione 3.4 (195).

La FCC ha inoltre recentemente pubblicato un avviso di proposte di norme (196), in risposta alle petizioni del settore privato, per l'accantonamento di una porzione dello spettro delle frequenze radiofoniche da utilizzare senza canone, unitamente ai nuovi strumenti in grado di fornire una connessione in rete senza cavi all'interno delle scuole nazionali. I sistemi forniti di tali strumenti potrebbero avere un particolare valore per quelle scuole in cui la presenza di amianto, e altri inconvenienti infrastrutturali, renderebbero altrimenti l'impianto particolarmente costoso.

Altri programmi federali esistenti affrontano le esigenze degli insegnanti identificate nella sezione 5. Il Programma del Consorzio regionale di Tecnologia del Dipartimento dell'Istruzione, ad esempio, è stato creato per aiutare gli insegnanti (tra gli altri) ad utilizzare la tecnologia mediante varie forme di sviluppo professionale, di assistenza tecnica e di disseminazione dell'informazione. Il servizio di Educational Resource Information Clearing House (ERIC) fornisce un campione di piani di lezioni e di informazioni connesse alla riforma didattica e risponde a quesiti posti dagli insegnanti mediante posta elettronica. Mentre questo programma comprende anche numerosi altri aspetti della didattica, l'ERIC potrebbe potenzialmente essere di

valore considerevole nell'aiutare gli insegnanti a integrare la tecnologia all'interno dei loro curricula.

9.3 GUIDA E COORDINAMENTO

Nell'attuale ambiente di austerità fiscale, gli strumenti a disposizione del Presidente per effettuare un cambiamento a budget minimo o inesistente, hanno assunto una importanza particolare. L'Amministrazione ha quindi fatto un uso considerevole di tali strumenti, confidando sull'idea di coordinamento dei programmi già finanziati, di incoraggiamento degli sforzi extra governativi basati largamente sul volontariato, e sui personali poteri persuasivi del Presidente e del Vice Presidente per far leva su quegli aspetti della "Education Technology Initiative" del Presidente, che necessitano della appropriazione o redistribuzione di finanziamenti federali. Mentre tali attività non dovrebbero essere considerate un sostituto alle iniziative finanziate, la Commissione ritiene che questi sforzi debbano trovare una continuità

Un esempio della prima categoria è fornito dal Committee of Education and Training (Comitato sull'Istruzione e la Formazione) (CET) del National and Science Technology Council, che è stato istituito in parte per promuovere l'utilizzo della tecnologia per la didattica e la formazione, e in parte per coordinare i programmi delle varie agenzie federali che attualmente stanno operando nella ricerca e nello sviluppo legati alla didattica. Il Subcommittee on Research and Development in Education and Training (Sottocomitato sulla Ricerca e lo Sviluppo nell'Educazione e nella Formazione) del CET ha identificato 4 "aree focali" da perseguire su una base coordinata tra le agenzie: la dimostrazione di applicazioni innovative della educational technology e delle reti; la formulazione di nuovi modelli per la valutazione dell'apprendimento e la produttività dell'apprendimento; lo sviluppo di strumenti e di ambienti basati sulla tecnologia di alta qualità e di facile accesso; la ricerca sull'apprendimento e i processi cognitivi con speciale enfasi sui modi in cui la tecnologia può essere utilizzata per sostenere al meglio i processi di apprendimento.

Avendo analizzato gli elementi dei programmi specifici all'interno di ognuna di queste aree, e alcuni esempi iniziali di cooperazione tra le agenzie nello sviluppo e nell'applicazione dell'education technology, la Commissione appoggia gli sforzi del Sottocomitato del CET. È importante, comunque, riconoscere i limiti di uno sforzo il cui impatto dipenderà in parte dalla cooperazione di un diverso gruppo di agenzie, e non confidare su un gruppo di lavoro quale sostituto per un programma unificato, a

larga scala, ben finanziato nell'area della educational technology R&D. Mentre gli sforzi cooperativi di questo tipo possono aiutare ad evitare la duplicazione superflua di sforzi precedentemente indipendenti, e per facilitare la condivisione degli strumenti e dei risultati di ricerca, sarebbe irrealistico aspettarsi che tale sforzo raggiunga da solo gli obiettivi delineati nella sezione 8 di questo rapporto.

Un altro elemento della "Education Technology Initiative" del Presidente consiste nel porre fiducia sia sulle aziende private che sulle organizzazioni no profit per aiutare le scuole della nazione affinché facciano un uso efficace delle tecnologie del computer e delle reti. La Casa Bianca ha lanciato il proprio sostegno, ad esempio, ad una organizzazione del settore privato denominata la "Tech Corps", che è stata organizzata per coordinare la fornitura di assistenza tecnica alle scuole nazionali da parte di una rete di volontari in varie comunità in tutta la nazione (197). Il Presidente e il Vice Presidente hanno anche incontrato numerosi leader del settore per sottolineare il loro sostegno agli sforzi della educational technology da parte dell'Amministrazione, ed entrambi hanno partecipato personalmente a Net-day '96 un evento "high tech - campestre", in cui qualcosa come 200 aziende private e migliaia di volontari hanno aiutato a collegare gli impianti ad Internet di una porzione significativa di scuole elementari e secondarie californiane (198).

La Commissione ritiene che le organizzazioni fondate sul volontariato e gli eventi di questo tipo possono svolgere un ruolo importante nell'introduzione della tecnologia all'interno delle classi della nazione, non solo contribuendo direttamente alla creazione di infrastrutture essenziali, ma attirando l'attenzione pubblica sulle pressanti necessità tecnologiche (e altre) delle nostre scuole K-12. Di nuovo, è essenziale, comunque, che importanti decisioni politiche non siano prese sull'assunto che tali sforzi di volontariato ridurranno notevolmente l'assunzione di impegni che sarà necessaria per utilizzare in maniera efficace le tecnologie dei computer e delle reti, con continuità all'interno delle scuole elementari e secondarie americane. Benché i volontari possono essere in grado di dare assistenza nell'installazione degli strumenti una tantum e a breve termine, assicurare, a lungo termine, l'impegno necessario per mantenere e amministrare tali sistemi sarà più difficile, in quanto l'interesse in tali sforzi puramente volontari spesso svanisce nel tempo, particolarmente nel caso di progetti eccitanti, temporanei e orientati verso l'evento, che possono generare un grado di iniziale entusiasmo, difficile poi da mantenere per un periodo lungo nel tempo.

Anche in assenza di tale logorio, i programmi basati sul volontariato presumibilmente indicheranno solamente un sottogruppo delle necessità di risorse umane identificate dalla commissione in questo rapporto. Mentre un segmento non insignificante della forza lavoro americana ha acquisito il tipo di competenze tecniche che possono essere utili nel corso dell'installazione o della operatività di un sistema informatico, un numero molto inferiore possiede anche la competenza didattica e la conoscenza di software didattici accessibili che sarebbero necessari per aiutare gli insegnanti ad imparare a usare tali hardware in maniera efficace all'interno di un ambiente di classe K-12. Una eccessiva fiducia sugli sforzi del volontariato può anche esacerbare alcuni dei problemi di accesso equo discussi nella sezione 7; una scuola rurale in una regione altamente agricola, per esempio, può trovare molto più difficile attirare un grande numero di volontari conoscitori dei computer e della tecnologia di rete, rispetto ad una altra scuola localizzata nella Silicon Valley in California o nell'area del Route (128) in Massachusetts. A dispetto di questi avvertimenti, sembra chiaro che i supporti della Casa Bianca sono stati di aiuto nella mobilitazione dei volontari e delle risorse del settore privato per far avanzare la causa della educational technology, e la Commissione incoraggerebbe la continuazione di tali sforzi come contributo complementare ai programmi dotati di finanziamento.

Sia il Presidente che il Vice Presidente hanno assunto ruoli visibili nella promozione dell'utilizzo di Internet da parte delle istituzioni educative, richiedendo la connessione di tutte le scuole americane a Internet entro l'anno 2000.

Il Vice Presidente Gore ha lanciato una iniziativa il cui scopo consiste nell'approvvigionamento di connessione a Internet da parte di tutte le scuole delle 15 comunità depresse dell'Empowerment Zones della nazione, in varie aree urbane e rurali della nazione, in questo modo indicando alcune delle preoccupazioni più serie espresse nella sezione 7. Il Vice Presidente ha anche inaugurato il programma GLOBE, che utilizza Internet quale veicolo per coinvolgere gli studenti, gli insegnanti e gli scienziati del mondo in una raccolta, scambio e analisi di dati ambientali.

Il Presidente e il Vice Presidente hanno anche utilizzato i loro rispettivi uffici per riconoscere (e quindi direzionare l'attenzione verso) gli sforzi di coloro che hanno fatto un uso particolarmente efficace della educational technology; è questo uno strumento politico non costoso che la Commissione ritiene dovrebbe continuare ad essere sfruttato. Le visite alle scuole con "una storia riuscita" come quelle identificate nella sezione 2.3, insieme a una partecipazione fisica (sebbene largamente simbolica) di progetti di volontariato, sfocia in una "pubblicità attraverso i media", che

aiuta a focalizzare l'attenzione nazionale sul potenziale significato della tecnologia all'interno di un contesto educativo. Un simile effetto si ottiene quando viene conferita l'approvazione presidenziale su una organizzazione quale la American Technology Honor Society, che fu creata dalla National Association of Secondary School Principals e dalla Technology Student Association per riconoscere e incoraggiare i contributi (a volte notevoli) degli studenti stessi all'utilizzo della tecnologia all'interno delle loro scuole.

10. SOMMARIO DELLE CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

Questa sezione è costituita da un riassunto dei principali riscontri della Commissione e da una breve lista delle raccomandazioni generali al Presidente. Nell'interesse della brevità comunque, e per poter sottolineare queste raccomandazioni e consigli che la Commissione ritiene essere più importanti, questa sezione non include tutti i risultati dell'indagine in dettaglio e le raccomandazioni, che sono invece incorporate all'interno del testo completo del Rapporto.

10.1 UNO SGUARDO SULLE CONCLUSIONI DELLA TAVOLA ROTONDA

Mentre le tecnologie dell'informazione hanno avuto un enorme impatto all'interno degli uffici, delle fabbriche e dei negozi americani durante le ultime decadi, il sistema educativo americano K-12 è stato fino ad ora toccato solamente minimamente dalla rivoluzione informatica. Benché non sia ancora possibile caratterizzare completamente i modi ottimali in cui le tecnologie di calcolo e di rete possono essere utilizzate, la Commissione ritiene che tali tecnologie abbiano il potenziale di trasformare le nostre scuole in maniera importante, e trova ampia (benché parzialmente aneddotica) giustificazione per la incorporazione immediata e diffusa di tali tecnologie all'interno di tutte le scuole elementari e secondarie nazionali.

La valutazione della Commissione sull'utilizzo della tecnologia all'interno delle scuole elementari e secondarie americane viene descritto sotto, insieme a una discussione relativa ad alcune delle più formidabili sfide a cui si dovrà far fronte, se la promessa dell'educational technology dovrà realizzarsi.

Hardware e infrastrutture

Sarà necessario un investimento significativo in hardware e infrastrutture se l'educational technology dovrà essere efficacemente utilizzata su una base

nazionale. Le scuole Americane stanno attualmente acquistando hardware ad un ritmo relativamente rapido, ma il rapporto tra computer e studenti rimane al di sotto del livello ottimale da un punto di vista didattico, e quelle macchine che sono accessibili, sono spesso obsolete, e quindi incapaci di far girare i software delle applicazioni più recenti. Inoltre i computer in molte scuole sono centralizzati all'interno di un singolo laboratorio piuttosto che distribuiti nelle varie aule, rendendo difficile per gli insegnanti integrare la tecnologia all'interno del curriculum.

Le attrezzature di seconda mano donate dalle aziende possono avere un valore in determinate circostanze e possono avere benefici collaterali nel grado in cui tale coinvolgimento aiuta ad attirare il settore privato ad un contatto più ravvicinato con le nostre scuole. Si dovrebbe notare comunque che il valore di tali donazioni (particolarmente quando valutate al netto delle riduzioni delle imposte pubbliche associate alle corrispondenti deduzioni fiscali federali e statali) potrebbe in altri casi essere controbilanciato dagli aumentati costi di manutenzione, dalla riduzione del servizio tipicamente associato alle macchine più vecchie, e dalla necessità di integrare e supportare le piattaforme multiple. E' quindi improbabile che le donazioni di hardware ovvino la necessità di un investimento significativo federale, statale e/o locale in nuove attrezzature, e delle spese connesse al personale (per installazione, formazione, amministrazione dei sistemi, supporto agli utenti, e mantenimento di hardware e software); tutti fattori che in realtà spiegano la maggior parte dei costi del ciclo vitale di un sistema di computer.

Le inadeguate infrastrutture fisiche e di telecomunicazione delle scuole nazionali, pongono un'altra sfida per uno sfruttamento efficace dell'educational technology. Un uso ottimale di tali tecnologie necessita di computer distribuiti in ogni scuola e interconnessi mediante reti sia locali che a vasta area. I sistemi degli impianti in molti edifici scolastici non sono in grado di supportare la potenza elettrica e i requisiti di comunicazione di un ambiente informatico moderno connesso in rete. In alcuni casi il costo per riadattare le nostre scuole in funzione della tecnologia verranno ulteriormente aumentati dalla carenza di un adeguato condizionamento d'aria, dalla presenza di amianto e da vari altri fattori. Gli sforzi per creare gli impianti utilizzando personale volontario potrebbe essere produttivo in determinate circostanze all'interno di particolari aree geografiche, ma non ci si può aspettare realisticamente che contribuisca in maniera più che modesta alla soluzione dei problemi delle infrastrutture e dei collegamenti in rete, nelle scuole americane.

Software, Apparati Didattici e Metodologia

Mentre un investimento significativo nell'hardware e nelle infrastrutture sarà necessario se la promessa dell'educational technology dovrà essere realizzata, la Commissione ritiene che un uso efficace di queste risorse per migliorare il sistema didattico nazionale pone una sfida ancora maggiore. Anche i primi sistemi di istruzione supportati dai computer (tipicamente usati all'interno dei "drill and practice", per insegnare fatti isolati e competenze di base) fornivano i benefici di una istruzione autoregolata e individualizzata, e numerosi studi hanno trovato che tali sistemi offrono miglioramenti significativi nel ritmo di apprendimento, particolarmente per la popolazione studentesca a basso profitto. Negli anni più recenti comunque l'attenzione è stata sempre più concentrata sul modo in cui la tecnologia può aiutare a raggiungere alcuni degli obiettivi centrali della riforma educativa, fornendo agli studenti la capacità di acquisire nuova conoscenza, di risolvere problemi del "mondo reale" e di svolgere compiti nuovi e complessi che richiedono l'integrazione efficace di una vasta gamma di competenze di base.

Dentro alla struttura di questo più recente paradigma, la tecnologia è vista non come strumento per migliorare l'efficacia dei metodi di istruzione tradizionali, basati in larga parte sulla trasmissione unidirezionale di fatti isolati e di competenze da insegnante a studente, ma come un elemento di un nuovo approccio costruttivista in cui gli insegnanti si concentrano invece sull'aiutare i loro studenti a costruire in maniera attiva le proprie conoscenze di base e set di competenze. Questo approccio è caratterizzato dall'esplorazione indipendente di una quantità limitata di argomenti con insolita profondità (relativamente ai metodi istruttivi tradizionali), e spesso si affida alla accessibilità di risorse informative estese che possono essere assunte dagli studenti come e quando ne hanno bisogno. Gli studenti possono anche utilizzare il computer come strumento per varie forme di simulazione; per composizioni scritte, musicali o artistiche, per manipolazioni e visualizzazioni matematiche; per il disegno di vari strumenti, ambientazioni e sistemi; per l'acquisizione di competenze di programmazione informatica; per la collezione e l'analisi di dati di laboratorio; per molte forme di problem solving, e per varie forme di collaborazione di gruppo.

Né il modello pedagogico costruttivista né il ruolo proposto della tecnologia all'interno del corso di studi costruttivista sono ancora stati validati mediante un processo di sperimentazione estesa, rigorosa, a larga scala, ed è assai probabile che anche approcci alternativi, in ultima analisi, possano riscontrarsi utili. A dispetto di questo avvertimento, una combinazione di considerazioni teoriche (basate in parte sulla

ricerca nella psicologia cognitivista e in altri campi) e l'osservazione di un numero limitato di "storie riuscite" suggeriscono che le tecnologie di calcolo e di rete, potrebbero trovare potenzialmente la loro applicazione più importante all'interno della cornice della teoria costruttivista.

Mentre il ruolo dell'insegnante è probabile che muterà all'interno delle classi costruttiviste, tecnologicamente ricche, la Commissione non ha riscontrato prove evidenti che suggeriscano un indebolimento di tale ruolo. La ricerca preliminare suggerisce che i benefici potenziali di un tale ambiente calano con l'aumento della dimensione della classe, e che gli insegnanti saranno ancora necessari per svolgere un ruolo importante nell'aiutare gli studenti ad assimilare i concetti astratti e sviluppare le competenze di un pensiero di più alto ordine. Gli insegnanti presumibilmente trascorreranno gran parte del tempo monitorando, dirigendo e assistendo nel processo di apprendimento (in gran parte autodiretto) e aiutando a rimuovere i "modelli mentali" difettosi. C'è qualche riscontro (ancora preliminare) che gli studenti trascorrono più tempo interagendo con gli insegnanti e con gli altri studenti all'interno delle classi tecnologicamente ricche, richiamando la nozione intuitivamente plausibile che il computer può toccare l'acquisizione di competenze sociali e collaborative importanti. La tecnologia può anche migliorare gli esiti educativi mediante il supporto di varie forme di interazione con i genitori e con la comunità. Mentre la più grande promessa della educational technology risiede nella possibilità di utilizzare le tecnologie e le reti come parte integrante di tutti gli aspetti dei diversi corsi di studio, gran parte delle scuole elementari e secondarie che effettivamente utilizzano tali tecnologie oggi, lo fanno in modi molto più limitati. Una gran parte dell'attuale utilizzo, specialmente agli alti livelli scolastici, è giustificato dalla "istruzione sul computer", che mira a dare istruzioni agli studenti sull'uso dei computer (focalizzandosi per esempio sull'acquisizione di competenze di tastiera; di istruzioni nell'uso del word processing, dei data base, dei documenti di analisi contabile e di altri strumenti software; e lo studio della programmazione) piuttosto che utilizzare i computer quale strumento per l'apprendimento in tutte le materie. Anche i giochi e l'istruzione didattica nelle competenze di base isolate giustificano una porzione significativa dell'attuale utilizzo, particolarmente all'interno delle scuole elementari; ma poche scuole hanno integrato le tecnologie di calcolo e di rete in maniera estesa ed efficace nei processi di apprendimento, o li hanno utilizzati quale elemento chiave nella riforma didattica.

Un ostacolo alla effettiva integrazione della tecnologia dell'informazione è la scarsità di software evoluto e di contenuti digitali pensati per l'ambiente scolastico K-12. Un livellamento nella vendita dei sistemi di Integrated Learning Systems (Sistemi Integrati di Apprendimento) tradizionali, ha condotto a una diminuzione precipitosa nella spesa R&D da parte dei venditori ILS, in un momento in cui la riforma didattica sta avanzando nuove richieste su tali sistemi. Inoltre, né i venditori tradizionali né le aziende nate di recente, hanno fino ad ora investito nello sviluppo di software adatti per un utilizzo all'interno di un corso di studi costruttivista, in misura adeguata per coprire effettivamente una vasta gamma di materie e di competenze (specialmente a livello delle scuole secondarie) . Tra le ragioni apparenti di questi problemi di mercato vi sono: deboli incentivi per il settore privato R&B (derivante da un budget di acquisizione di software inadeguato e da varie forme di frammentazione del mercato), la carenza di hardware moderni all'interno delle scuole, le particolarità nelle procedure utilizzate per l'approvvigionamento di software, inadeguati finanziamenti federali per una ricerca iniziale innovativa, i cui benefici non possono divenire proprietà di una singola ditta; ed è quindi probabile che tale ricerca sia condotta senza il coinvolgimento del settore privato.

Insegnanti e Tecnologia

Per integrare in maniera efficace le nuove tecnologie all'interno dei corsi di studio, gli insegnanti dovranno selezionare appropriati software, preparare nuovi piani di lezione, risolvere numerosi problemi logistici e sviluppare appropriati metodi di valutazione del lavoro degli studenti. La Commissione ritiene comunque che gli insegnanti del K-12 della nazione attualmente ricevono poco sostegno tecnico, didattico o amministrativo, per queste attività e che pochi Istituti di Ricerca Didattica preparano in maniera adeguata i loro laureati ad utilizzare le tecnologie dell'informazione .

Questo problema è aumentato dal fatto che solamente il 15% del tipico budget informatico è dedicato interamente allo sviluppo professionale; paragonato con il 30% o più che è normalmente ritenuto lo stanziamento ottimale. Inoltre la maggior parte di queste spese sono mirate alla formazione degli insegnanti per far funzionare un computer piuttosto che utilizzare i computer per potenziare il loro insegnamento. Molti insegnanti non hanno poi un adeguato accesso al supporto tecnologico e didattico continuato nel tempo. Meno del 5% di tutte le scuole hanno dei coordinatori informatici a tempo pieno, in grado di fornire una assistenza seria e tali coordinatori, così come sono disponibili normalmente, trascorrono solamente il 20 % del loro

tempo ad aiutare gli insegnanti, a selezionare i software o a formulare i piani di lezione orientati verso la tecnologia.

Fortunatamente il progresso tecnologico può esso stesso contribuire alla soluzione di alcuni dei problemi dello sviluppo professionale, rendendo i software didattici più facili da utilizzare per gli insegnanti; aiutando gli insegnanti a recuperare parte del tempo investito nell'introduzione della tecnologia, e supportando seminari online sullo sviluppo professionale, insegnamento a distanza e attività di consulenza; la Commissione ritiene che questi mezzi, in particolari circostanze, si dimostreranno probabilmente efficaci sui costi della istruzione convenzionale.

Forse il fattore che ora maggiormente rallenta una adeguata preparazione dell'insegnante è la carenza di tempo sufficiente, nella settimana lavorativa, per incorporare con efficacia la tecnologia all'interno del curriculum. A meno che non si renda disponibile un tempo supplementare, eliminando o ridimensionando altri compiti meno critici, ogni ora messa da parte nella settimana scolastica per la pianificazione dei corsi di studio connessi alla tecnologia e per lo sviluppo professionale, presumibilmente aggiungerà (direttamente o indirettamente) tra i quattro e i cinque miliardi di dollari, alle spese annuali nazionali per la didattica K-12. Inoltre la ricerca analizzata dalla Commissione suggerisce che l'insegnante tipico necessiterà tra i 3 e i 6 anni per integrare completamente la tecnologia all'interno del suo insegnamento: in presenza di una innovazione tecnologica in continua evoluzione, la curva di apprendimento dell'insegnante è quindi improbabile che si appiattisca completamente.

Mentre gli Istituti di Ricerca Educativa hanno il potenziale di svolgere un ruolo inestimabile nella preparazione dei nostri insegnanti ad utilizzare efficacemente la tecnologia nelle loro attività professionali, le informazioni raccolte dalla Commissione suggeriscono che gran parte delle scuole sono ancora lontane dalla realizzazione di quel potenziale. Benché l'istruzione pre-servizio nell'utilizzo della tecnologia sia richiesta da 22 stati (in contrasto con solo 2 stati che richiedono una formazione per i docenti già in servizio), i corsi utilizzati per soddisfare queste richieste non forniscono normalmente alcuna esperienza effettiva nell'utilizzo del computer per l'insegnamento, e impartiscono una scarsa conoscenza dei software e dei materiali disponibili.

Per poter preparare i nostri insegnanti ad utilizzare efficacemente la tecnologia, gli istituti di Ricerca Educativa dovranno superare alcuni degli stessi problemi che ora

si riscontrano nelle scuole nazionali K-12: finanziamenti inadeguati per l'acquisizione di hardware e software; esiguità di programmi mirati a fornire ai membri delle facoltà di Ricerca Educativa il background necessario per preparare i futuri insegnanti ad utilizzare la tecnologia; la carenza di tempo sufficiente per gli insegnanti di didattica ad incorporare la tecnologia all'interno sia dei contenuti che dei metodi dei loro corsi.

Considerazioni Economiche

Basandosi sui dati attualmente disponibili, la Commissione valuta che le scuole elementari e secondarie negli Stati Uniti hanno speso tra i 3.5 e 4 miliardi di dollari sulla educational technology durante l'anno scolastico 1995-1996, comprendendo investimenti in hardware, impianti, ampliamenti intra-strutturali, risorse informatiche, software digitali, supporto dei sistemi, sviluppo professionale connesso alla tecnologia. Questo dato, che rappresenta circa l'1.3 % della spesa totale preventivata nelle nostre scuole, è straordinariamente basso in paragone con la maggior parte delle altre industrie basate sull'informazione, e nell'opinione della Commissione, dovrà aumentare in maniera significativa se la tecnologia dovrà avere un impatto materiale sulla qualità dell'istruzione americana.

In contrasto con questi dati attuali di spesa, i sette studi analizzati dalla Commissione suggeriscono che le spese annuali tra i 6 e i 28 miliardi di dollari (o tra il 2.4% e l'11.3 % della spesa totale dell'istruzione) dovranno probabilmente essere necessarie per sostenere in maniera adeguata vari gradi di utilizzo della tecnologia all'interno delle scuole pubbliche; e si suppone anche che quei livelli di spesa saranno insufficienti per supportare il tipo di applicazione della tecnologia che potrebbe essere considerato ottimale se i costi non fossero in discussione.

Siccome l'acquisto di computer e di collegamenti in rete giustificheranno solamente una piccola parte di questa spesa, gli insegnanti e i politici non dovranno contare solamente su campagne obbligazionarie e su campagne a capitale privato del tipo spesso utilizzato per finanziare la costruzione di scuole; ma dovranno pianificare spese sostanziose, continue nel tempo, se vorranno evitare le situazioni in cui strumentazioni hardware di valore vengono lasciate inutilizzate.

Basandosi sui modelli presi dalle altre industrie, sembra probabile che una ulteriore esperienza con l'utilizzo della tecnologia nella nostre scuole potrebbe sfociare in un miglioramento, significativo nel tempo, degli esiti didattici raggiungibili ad un dato livello di spesa.

E' probabile comunque che tali miglioramenti dipendano in maniera critica da programmi di ricerca e di valutazione rigorosi, a larga scala, mirati a valutare l'efficacia e gli effetti sui costi di vari approcci all'utilizzo della tecnologia nelle reali aule K-12. Ancora più importante ancora le spese della educational technology sono meglio analizzate non sulla base dei soli costi, ma in termini di ritorno sull'investimento. Mentre sarebbe difficile quantificare tutti i benefici che potrebbero derivare dall'utilizzo della educational technology, la Commissione ritiene che un investimento sostanzioso nella tecnologia, potrebbe essere giustificato anche se non fosse posto alcun valore sui benefici diretti (economici e non) derivanti alla popolazione americana, ma soltanto applicando il calcolo dell'utile basato unicamente sulle ulteriori entrate fiscali connesse ad un aumento dei guadagni tassabili.

L'accesso Equo

L'educational technology ha il potenziale sia di migliorare che di esacerbare il crescente abisso tra americani avvantaggiati e svantaggiati, in base alle decisioni politiche che implicano i modi in cui tali tecnologie sono distribuite e utilizzate da parte dei vari segmenti della popolazione studentesca del paese. Benché i programmi federali abbiano svolto un ruolo importantissimo nel limitare certe disuguaglianze, le disparità nell'accesso e nell'utilizzo delle tecnologie informatiche da parte di studenti di diverso status socioeconomico (SES) razza e etnia, genere e collocazione geografica e da parte di bambini con vari tipi di esigenze speciali, rimangono motivo di preoccupazione per la Commissione.

Le disuguaglianze, connesse al reddito, nel numero di studenti per computer scolastico si sono ristrette in maniera significativa nell'ultima decade, in gran parte quale risultato della spesa dell'Articolo I, che ha fornito circa 2 miliardi di dollari in finanziamenti federali per la fornitura di educational technology all'interno di scuole a basso reddito. Gli studenti a basso SES, comunque, utilizzano ancora i computer in maniera meno estesa a scuola, e probabilmente hanno meno probabilità di utilizzare il computer per una attività di apprendimento di più alto ordine, di quanto abbiano i loro compagni a più alto reddito. Queste disuguaglianze possono essere giustificate in parte dalla differenza nella preparazione e nel sostegno di cui godono gli insegnanti in scuole più o meno benestanti.

Le maggiori disuguaglianze connesse all'SES, comunque, si sono riscontrate nella disponibilità dei computer all'interno delle abitazioni: mentre é stata notata la

presenza di computer all'interno del 73% di tutte le case con genitori provenienti dai college e con più di 50.000 dollari di reddito familiare annuo nel 1995, tali computer sono presenti solamente nel 14 % delle case con adulti che hanno un'istruzione non superiore all' high school e un reddito di meno di 30.000 dollari. Dato che i bambini in età scolastica, in case dotate di computer, frequentemente utilizzano queste macchine per il lavoro scolastico o altri scopi didattici, queste disuguaglianze connesse al SES, nel possedere computer domestici, materialmente limita le opportunità educative disponibili agli studenti con basso reddito, e quindi aiutano a perpetuare schemi familiari di svantaggio socioeconomico.

Come per il caso dello status socio-economico, i finanziamenti dell'Articolo I hanno aiutato a ridurre, ma non a eliminare, le disuguaglianze razziali ed etniche nell'accesso ai computer nelle scuole. Gli studenti ispanici in particolare, frequentano scuole con, in media, una densità bassa di dotazioni informatiche, specialmente a livello delle scuole elementari. Una volta di nuovo comunque, le disuguaglianze sono ancora maggiori all'interno degli ambiti domestici. Nel 1993, ad esempio, il grado di proprietà dei computer era più basso del 57 % nelle case degli afro-americani, e più basso del 59% all'interno delle case ispaniche, rispetto alle case dei bianchi non ispanici. Mentre in parte questo gap è giustificato dalle differenze di stato socio-economico, rimangono ancora rispettivamente differenze del 36% e del 39% dopo aver fatto il controllo dei redditi familiari, del successo scolastico, dell'età, del genere e della collocazione della residenza (urbana o rurale). La razza e l'etnia perciò rappresentano una fonte indipendente di disuguaglianza nell'accesso dei bambini alla educational technology; e questa è una fonte di ulteriore preoccupazione per la Commissione.

Benché compaiano differenze regionali nell'utilizzo dei computer, la densità di attrezzature all'interno delle scuole è approssimativamente analoga nell'ovest, il centro-ovest, il nord-est e il sud della nazione. Le scuole rurali godono di una densità di computer significativamente più alta rispetto alle loro controparti urbane, ma questa differenza è spiegabile in gran parte con il fatto che le scuole rurali sono più piccole in generale, e le scuole più piccole tendono ad avere una maggiore densità di computer. Mentre le statistiche disponibili non permettono una comparazione quantitativa definitiva dei diversi tipi di ambienti urbani, analisi aneddotiche sembrano suggerire che le scuole che si trovano al centro delle città possono affrontare problemi speciali nel fare un utilizzo efficace della educational technology, mentre non lo possono fare le scuole rurali, in certe zone in cui la connessione in

rete a vasta area é resa piú costosa da una carenza di accessi alle telecomunicazioni.

Le variazioni specifiche del genere (maschile e femminile), per quanto riguarda l'utilizzo dei computer é relativamente ridotta in importanza sia nelle scuole che negli ambiti domestici, ma certe differenze sistematiche sono riscontrate nel modo in cui i ragazzi e le ragazze utilizzano il computer. Benché la ricerca abbia mostrato che le ragazze nelle high school fanno un utilizzo del 50% maggiore dei computer per quanto riguarda il word processing, di quanto facciano i loro compagni maschi, per esempio, si é riscontrato che questo giustifica solamente il 26 % di tutto l'utilizzo del computer effettivo, prima e dopo la scuola, e per circa il 20% di tutte le attività di giochi basati sul computer.

C'é anche qualche riscontro per sostenere che le ragazze e i ragazzi che si intrattengono con attività di apprendimento connesse al computer, possono avere comportamenti diversi per quanto riguarda le loro risposte a strutture di tipo cooperativo, competitivo o individualistico; un fenomeno che, se validato potrebbe avere implicazioni sia per progettare metodi didattici ottimali, sia per la fornitura di un accesso equo agli studenti del K-12, sia maschi che femmine.

Una forma di ineguaglianza meno ovvia implica l'accessibilità alla educational technology agli studenti a basso profitto. La disponibilità dei dati indica che agli studenti con voti piú alti é concesso maggiore tempo all'utilizzo dei computer a scuola rispetto ai loro compagni che hanno uno scarso successo scolastico; e questo nonostante il fatto che alcune verifiche suggeriscano che la tecnologia può in realtà avere un maggiore beneficio per gli studenti a basso rendimento rispetto a quelli ad alto rendimento. La disuguaglianza é data dal fatto che quando gli studenti a basso rendimento utilizzano effettivamente il computer, hanno piú probabilità di occuparsi di drill & practice su competenze di base isolate, di quanto facciano i compagni con alto profitto; hanno inoltre meno probabilità di utilizzare i computer per compiti che coinvolgono l'acquisizione e l'integrazione di una vasta gamma di conoscenze, una pratica che va contro le raccomandazioni di molti ricercatori della educational technology.

La tecnologia ha anche il potenziale di migliorare in maniera significativa le opportunità educative disponibili per molti studenti americani con problemi di apprendimento, disordini comportamentali, problemi emotivi e invalidità fisiche. La realizzazione di questo potenziale comunque dipenderà in parte dalla disponibilità

diffusa di particolari strumenti di input e di output e altro, e dal personale di sostegno con la preparazione necessaria per utilizzare efficacemente tali tecnologie. E' necessario il coinvolgimento federale nella mobilitazione delle tecnologie per gli studenti con particolari necessità poiché si è osservato che, all'interno dei distretti scolastici (e nel caso di handicap meno comuni, anche all'interno di un dato stato), il numero di studenti con un dato handicap è troppo basso per ammortizzare adeguatamente i costi della ricerca e dello sviluppo, per un uso efficace delle tecnologie di assistenza per questi studenti.

Ricerca e Valutazione

Sia l'enorme importanza che gli enormi costi della didattica K-12 negli Stati Uniti, sono argomenti a favore di una ricerca attenta sui modi in cui le tecnologie di calcolo e di rete possono essere utilizzate per migliorare gli esiti didattici e il rapporto tra benefici e costi. La maggior parte della ricerca empirica riportata fino ad oggi si è focalizzata sugli utilizzi tradizionali del computer, basati sul tutoraggio. Numerose meta-analisi, ognuna basata su dozzine di studi indipendenti, hanno riscontrato che gli studenti che utilizzano tali tecnologie in maniera significativa hanno un esito scolastico migliore di quelli che apprendono senza l'utilizzo di tali sistemi; e la maggiore differenza è registrata per gli studenti di stato socio-economico più basso, per quelli con esiti inferiori, e per quelli con particolari problemi di apprendimento.

Mentre certe questioni metodologiche e interpretative sono state sollevate rispetto a questi risultati, il problema più significativo potrebbe essere se le variabili che si stanno misurando siano ben correlate con le forme di apprendimento che molti ora ritengono più importanti.

Benché le applicazioni costruttiviste della tecnologia siano intese per appoggiare in maniera più diretta gli obiettivi del movimento di riforma educativa attuale, la ricerca di tali applicazioni è ancora a uno stadio relativamente precoce. Gran parte del lavoro in questo campo è inteso più come esplorazione preliminare di nuovi territori intellettuali, che come valutazione definitiva di una unica possibile soluzione. Sebbene alcuni risultati empirici interessanti e potenzialmente promettenti siano stati riportati nella letteratura, una quantità sostanziosa di ricerca sperimentale ben progettata sarà indispensabile per ottenere risultati definitivi, diffusamente replicati, che gettino luce sulle basi che stanno sotto agli effetti positivi; tali effetti positivi debbono essere sufficientemente generali per permettere una applicazione diretta all'interno di una vasta gamma di ambienti scolastici reali.

Un elemento importante che sorge in questo contesto è il modo in cui gli esiti educativi "favorevoli" sono definiti e misurati con lo scopo di valutare la relativa efficacia degli approcci interattivi dell'utilizzo della tecnologia. I test a scelta multipla standardizzati, convenzionali, hanno determinati vantaggi, ma tendono ad enfatizzare il cumulo di fatti isolati e di competenze di base, e non l'acquisizione di un pensiero di più alto ordine e di competenze di problem solving del tipo che sono centrali sia alla teoria costruttivista che agli scopi della riforma contemporanea. Dato che i ricercatori, gli insegnanti e gli sviluppatori di software presumibilmente implementeranno contenuti e tecniche che ottimizzano l'esito degli studenti riguardo a qualsiasi criterio utilizzato per misurare l'esito didattico, il progresso all'interno del campo dell'educational technology dipenderà in maniera critica dallo sviluppo di variabili appropriate e attendibili, per misurare gli esiti didattici desiderati.

Mentre la ricerca in una vasta gamma di aree potrebbe facilitare direttamente o indirettamente l'utilizzo efficace della educational technology all'interno delle scuole K-12 nazionali, gran parte della ricerca che la Commissione ritiene sia più importante rientra in una delle seguenti tre categorie:

1. Ricerca di base in varie discipline connesse all'apprendimento (compreso la psicologia cognitivista e comportamentale, la neuroscienza, l'intelligenza artificiale e il campo interdisciplinare della scienza cognitivista) e il lavoro fondamentale su varie tecnologie rilevanti in ambito didattico (che comprenderà in particolare varie sottodiscipline del campo della computer science).

2. La ricerca ai primi stadi mirata allo sviluppo di approcci innovativi all'applicazione della tecnologia alla didattica e che, con ogni probabilità non nascono all'interno del settore privato, ma che potrebbero sfociare nello sviluppo di nuove forme di software didattici, di materiali, di metodologia evoluta, non solo in scienza e matematica (che fino ad ora hanno ricevuto la maggior parte delle attenzioni), ma nei diversi linguaggi, negli studi sociali, nelle arti creative e in altre materie.

3. Gli studi empirici, rigorosi, ben controllati, revisionati dai pari, su larga scala (e, almeno per alcuni studi, a lungo termine), diffusamente applicabili, progettati non per determinare se i computer possono essere utilizzati efficacemente all'interno della scuola, ma piuttosto quali approcci all'utilizzo della tecnologia siano più efficaci ed efficienti. Ad oggi, comunque, la ricerca sulla educational technology, e sulla

didattica in generale, ha ricevuto un finanziamento minimo, se misurata in relazione alle spese nazionali per la didattica K-12, che attualmente totalizzano più di un quarto di trilione all'anno. Facendo un paragone, mentre circa il 23% di tutte le spese statunitensi per i farmaci da banco e non erano applicate alla ricerca farmaceutica nel 1995, meno dello 0.1% delle spese nazionali per l'educazione elementare e secondaria nello stesso anno, è stato investito per determinare quali tecniche didattiche effettivamente funzionano e per scoprire i modi per migliorarle.

La ricerca finanziata dal National Institute of Education è calata di un fattore 5 (in dollari costanti) tra il 1973 e il 1986 e benché si sia cercato di migliorare questo declino, il finanziamento federale continua ad essere una piccola frazione rispetto al fabbisogno; anche se i nostri scopi fossero solamente quelli di minimizzare le spese costanti, aumentando l'efficacia del rapporto costi benefici, senza cercare di migliorare gli esiti didattici. Il sostegno statale, locale, industriale alla ricerca didattica è stato per la maggior parte limitato a funzioni che è improbabile facciano avanzare in maniera significativa il livello della conoscenza all'interno del campo, un riflesso delle problematiche esterne economiche intrinseche che non saranno superate in assenza di finanziamenti al più alto livello di autorità fiscale.

Inoltre, le fondazioni private e i programmi filantropici hanno teso, in questi ultimi anni, a favorire i programmi "rivolti verso l'azione", rispetto alla ricerca e alla valutazione, dando poca possibilità di recuperare il gap.

I problemi del controllo della qualità che colpiscono l'amministrazione dei programmi di ricerca federale nel campo dell'istruzione, hanno storicamente presentato un altro ostacolo al progresso nel campo della educational technology. Mentre certi programmi (soprattutto quelli la cui sovrintendenza era a carico della National Science Foundation) hanno generalmente aderito ad alti standard di eccellenza, indipendenza e integrità scientifica, altri, compreso l'OERI, (Office of Educational Research and Improvement, e cioè l'Ufficio per la Ricerca e il Miglioramento dell'Istruzione) e i suoi predecessori istituzionali, sono stati colpiti nel passato in maniera negativa da influenze politiche controproducenti e da altri problemi. Fortunatamente una considerevole attenzione è stata data negli ultimi anni al rafforzamento del OERI, che gode di un mandato più vasto in alcuni aspetti di quanto abbia la NSF; l'OERI quindi potrebbe svolgere un ruolo importante nell'avanzamento della comprensione nazionale delle potenziali applicazioni della tecnologia alla didattica K-12.

Programmi e politica

La Educational Technology Initiative del Presidente che fu annunciata nel messaggio sullo stato dell'unione del gennaio 1996 dal Presidente Clinton fu intesa a raggiungere quattro scopi che la Commissione ritiene saranno centrali nella realizzazione della promessa della educational technology: fornire alle nostre scuole computer moderni, connessioni ad area locale e ad area vasta, contenuti didattici di alta qualità e una preparazione adeguata degli insegnanti che sarà indispensabile se le tecnologie informatiche devono effettivamente essere utilizzate per migliorare l'apprendimento. Tale iniziativa (del Presidente) funge da ombrello per numerosi programmi distinti, ma interconnessi, mirati al raggiungimento di questi quattro scopi all'interno di una cornice temporale relativamente ambiziosa.

Un programma dell'Amministrazione che ha già mostrato una promessa considerevole è la Technology Learning Challenge (la Sfida dell'apprendimento tecnologico) che stanziava delle sovvenzioni quinquennali all'incirca di un milione di dollari ognuna, per aiutare i consorzi locali (che sono formate normalmente da partners del settore pubblico e privato), per applicare le tecnologie all'interno delle scuole nelle loro rispettive aree. Benché l'impatto generale di questo programma sarà limitato dalle restrizioni dei finanziamenti, queste sovvenzioni sembrerebbero rappresentare un esempio eccellente dell'efficace leva dei dollari federali in aiuto agli sforzi di alta qualità avviati localmente, per migliorare la didattica mediante l'utilizzo delle tecnologie informatiche e delle telecomunicazioni.

Nel febbraio 1996 il Presidente Clinton ha proposto anche un programma denominato Technology Literacy Challenge che creerebbe un fondo di due miliardi di dollari per la alfabetizzazione tecnologica che dovrebbe essere utilizzato per "far leva e stimolare gli sforzi statali, locali e del settore privato" per rispondere ai quattro scopi indicati sopra. I finanziamenti federali sarebbero assegnati agli stati (o in determinate circostanze alle comunità locali) a cui verrebbe data una considerevole flessibilità decisionale su come raggiungere gli scopi della Education Technology Initiative del Presidente. Se verrà decretata una legislazione opportuna, la Commissione ritiene che questo programma farà avanzare probabilmente in maniera significativa gli obiettivi descritti dal Presidente, particolarmente durante un periodo iniziale in cui una sperimentazione a vasto raggio, di tipo esploratorio, con numerosi differenti approcci tecnologici e didattici, avrà probabilità di dimostrarsi più produttiva.

La Commissione ritiene anche che un programma di ricerca e valutazione sponsorizzato federalmente a larga scala, rigorosamente controllato sarà in ultima analisi necessario se il pieno potenziale della educational technology si dovrà realizzare in maniera efficace nel rapporto costi benefici. I dati raccolti in maniera sistematica da singoli stati, dai distretti scolastici e dalle scuole durante una fase iniziale degli sforzi della educational technology sostenuta federalmente, potrebbero dimostrarsi di valore inestimabile nel determinare quale approccio sia in effetti più efficace ed economicamente efficiente, aiutando in questo modo a massimizzare il rapporto tra benefici e costi in una fase successiva. I finanziamenti federali saranno necessari anche per la ricerca mirata ad analizzare e interpretare questi dati.

Lo sforzo di incorporare la tecnologia all'interno delle scuole americane K-12 è stato anche avanzato direttamente o indirettamente da numerosi altri programmi che sono stati iniziati, sostenuti o promossi dalla Casa Bianca; fra questi il Programma di Assistenza delle Infrastrutture, delle Telecomunicazioni e dell'Informazione del Dipartimento del Commercio, che fornisce fondi federali per sviluppare le infrastrutture informatiche disponibili per le scuole; la legge sulle telecomunicazioni del 1996 che obbliga la Commissione delle Comunicazioni Federali a rivedere il sistema del servizio globale, in modo che le scuole elementari e secondarie siano fornite di una accessibilità a basso costo ai servizi avanzati delle telecomunicazioni; e il Programma dei Consorzi Tecnologici Regionali del Dipartimento dell'Istruzione, che è stato progettato per aiutare gli insegnanti (tra gli altri) ad utilizzare la tecnologia mediante varie forme di sviluppo professionale, di assistenza tecnica e di disseminazione informatica.

Rispondendo alle attuali pressioni per una restrizione fiscale, l'Amministrazione Clintoniana ha anche fatto un utilizzo efficace degli strumenti extra budget, confidando sul coordinamento di programmi ben determinati già finanziati, sull'incoraggiamento di sforzi extra governativi, basati largamente sul volontariato, e sui poteri persuasivi personali del Presidente e del Vice Presidente, per far leva in maniera più estesa possibile su quegli aspetti della Educational Technology Initiative del Presidente che necessiteranno l'utilizzo o la redistribuzione dei fondi federali. Un esempio della prima categoria è fornito all'attività del Comitato sull'Istruzione e la Formazione del Consiglio Nazionale della Scienza e della Tecnologia, per promuovere l'utilizzo della tecnologia per l'istruzione e la formazione, e per coordinare i

programmi di varie agenzie federali che attualmente si occupano di ricerca e sviluppo connesso alla didattica.

La seconda categoria guida extra budget é esemplificata dal sostegno presidenziale e vice presidenziale della Tech Corps, una organizzazione del settore privato costituita per coordinare la fornitura di assistenza tecnica volontaria alle scuole e per il Net day 96, un evento "high-tech-campestre", in cui le ditte private e i singoli volontari aiutarono a creare gli impianti di connessione a Internet di numerose scuole elementari e secondarie californiane . Mentre la Commissione ritiene che sarebbe irrealistico aspettarsi che questi sforzi puramente volontari riducano notevolmente i costi in dollari di un utilizzo efficace delle educational technology in maniera continuativa, sembra chiaro che questi sforzi possono svolgere un importante ruolo di sostegno, non solo direttamente, ma anche attirando l'attenzione pubblica sulle pressanti necessità tecnologiche (e altre) delle scuole K-12 della nazione.

Sia il Presidente Clinton che il Vice Presidente Gore hanno assunto ruoli guida nella promozione dell'utilizzo di Internet da parte delle istituzioni educative, imponendo la connessione di tutte le classi americane a Internet entro l'anno 2000, con particolare enfasi sulle aree economicamente depresse. Il Presidente e il Vice Presidente hanno anche fatto un utilizzo efficace dei loro rispettivi uffici per riconoscere (e quindi dirigere l'attenzione verso) gli sforzi di coloro che hanno fatto un utilizzo particolarmente efficace delle educational technology. Mentre alcuni degli obiettivi tracciati in questo rapporto non possono essere raggiunti dal Presidente da solo, e richiederanno l'utilizzo o redistribuzione da parte del Congresso di finanziamenti sostanziosi, la Commissione ritiene che l'amministrazione Clinton ha fino ad ora fatto un lavoro eccellente nell'indicare tali necessità e come possono essere soddisfatte in assenza di tali fondi .

10.2 RACCOMANDAZIONI PRINCIPALI

Questo rapporto include numerose raccomandazioni specifiche connesse a vari aspetti dell'utilizzo della tecnologia all'interno del scuole elementari e secondarie americane. Comunque per focalizzare l'attenzione su un numero limitato di elementi strategici (opposti a elementi tattici) di alto livello, che la Commissione ritiene essere i più importanti, gran parte di questo dettaglio viene omissa dal riassunto delle raccomandazioni che seguono.

1) Focalizzare l'attenzione sull'apprendimento con la tecnologia, non sulla tecnologia. Benché siano entrambi degni di attenzione, è importante distinguere tra la tecnologia come materia di studio e l'utilizzo della tecnologia per facilitare l'apprendimento in qualsiasi area di studio. Mentre le competenze legate ai computer saranno indubbiamente molto importanti nel ventunesimo secolo, e mentre tali competenze saranno insegnate al meglio mediante l'effettivo uso del computer, è importante che la tecnologia sia integrata in tutto il corso di studio K-12, e non semplicemente utilizzata per impartire delle conoscenze e delle competenze connesse alla tecnologia. Sebbene l'alfabetizzazione tecnologica universale sia uno scopo nazionale bdevole, la Commissione ritiene che l'Amministrazione dovrebbe lavorare verso un uso delle tecnologie di calcolo e di rete per migliorare la qualità della didattica in tutte le materie.

2) Enfatizzare contenuto e didattica, non solo l'hardware. Una vasta disponibilità dei moderni strumenti di calcolo e di collegamenti in rete, l'accessibilità diffusa dei moderni computer e dei collegamenti in rete sarà necessaria affinché la tecnologia realizzi la propria promessa, ma non sarà sufficiente. Benché l'acquisto di computer e dispositivi per la connessione a Internet siano forse le manifestazioni di progresso più visibili e più facilmente comprensibili, una sfida meno ovvia (e in qualche modo più formidabile) sarà lo sviluppo e l'utilizzo di software didattici e risorse per l'informazione dimostrabilmente utili, e l'adattamento dei curricula per un uso efficace della tecnologia. Particolare attenzione dovrebbe essere posta all'esplorazione del ruolo potenziale della tecnologia nel raggiungimento degli scopi dell'attuale riforma didattica mediante l'utilizzo di nuovi metodi didattici basati su un approccio all'apprendimento più attivo, centrato sullo studente, che enfatizzi lo sviluppo di un ragionamento di più alto ordine e di competenze di problem solving. Mentre sistemi di computer obsoleti e inaccessibili, rapporti studenti /computer al di sotto del livello ottimale, e una carenza di appropriate infrastrutture edilizie e di connessioni alla rete dovranno essere tutte messe in evidenza, è importante che non permettiamo che questi problemi facciano deviare la nostra attenzione dal modo in cui la tecnologia verrà effettivamente usata all'interno del contesto didattico.

3) Dare particolare attenzione allo sviluppo professionale. L'investimento sostanzioso in hardware, in infrastrutture, in software e apparati didattici, che è raccomandato in questo rapporto, sarà largamente sprecato se gli insegnanti K-12 non sono preparati e non hanno il supporto di cui necessitano per integrare le

tecnologie dell'informazione dall'interno dei loro insegnamenti. Almeno il 30% di tutte le spese federali per la educational technology dovrebbe essere destinata allo sviluppo professionale, al mentoraggio continuo e alle consulenze di supporto per gli insegnanti. Le scuole e i distretti scolastici dovrebbero essere incoraggiati a concedere tempo agli insegnanti per familiarizzare con i software e gli apparati didattici disponibili, per incorporare la tecnologia all'interno dei loro piani di lezione e per discutere l'uso della tecnologia con gli altri insegnanti. Infine, sia la leadership presidenziale che i finanziamenti federali dovrebbero essere mobilitati per aiutare gli Istituti preposti alla formazione degli insegnanti a incorporare la tecnologia all'interno dei loro corsi di studio, in modo da essere in grado di preparare la futura generazione di insegnanti americani a fare un uso efficace della tecnologia.

4) Sofferarsi sulla realizzabilità dei budget. La Commissione ritiene che almeno il 5% di tutta la spesa nazionale per l'istruzione K-12, o approssimativamente 13 miliardi di dollari all'anno (in dollari costanti 1996) dovrebbe essere stanziata per spese connesse alla tecnologia. Siccome l'ammortamento dei costi iniziali di acquisizione potrà coprire solo una parte di queste spese consigliate, le scuole dovranno tener conto di spese tecnologiche crescenti all'interno dei loro bilanci operativi correnti, piuttosto che confidare solamente su prestiti obbligazionari, campagne di capitale privato e meccanismi a finanziamento unico. Mentre il volontariato e le donazioni di forniture, in determinate circostanze, possono anche essere sia di beneficio diretto che indiretto, la politica della Casa Bianca dovrebbe basarsi su una valutazione realistica del contributo economico diretto relativamente limitato che tali sforzi possano fornire. Il Presidente dovrebbe continuare a puntualizzare come la educational technology sia un investimento per il futuro dell'America. Nel contempo dovrebbe cercare di aumentare il rendimento di questo investimento, promuovendo la sponsorizzazione federale per la ricerca mirata a migliorare il rapporto costo-efficacia dell'uso della tecnologia all'interno delle scuole elementari e secondarie della nostra nazione.

5) Assicurare un accesso equo e universale. La commissione sente fortemente che l'accesso agli strumenti di costruzione della conoscenza e di comunicazione basati sulle tecnologie del computer e della rete dovrebbe essere reso disponibile a tutti gli studenti della nazione, indipendentemente dallo stato socio-economico, dalla razza, dall'etnia, dal genere, o dai fattori geografici; e che si dovrebbe dare particolare attenzione all'utilizzo della tecnologia da parte degli studenti con speciali esigenze. L'equità dovrebbe essere una considerazione centrale in tutti i programmi federali

concernenti l'uso della tecnologia nella didattica. In particolare la spesa "Articolo I" per gli investimenti connessi alla tecnologia, a favore degli studenti economicamente svantaggiati, dovrebbe essere mantenuta a livelli non inferiori di quelli attuali, con aggiustamenti continui connessi all'inflazione e all'aumento dell'iscrizione scolastica statunitense, e per gli aumenti previsti in generale nella spesa nazionale per la educational technology K-12. Siccome gran parte dell'utilizzo didattico dei computer attualmente ha luogo all'interno delle abitazioni, e siccome il grado di possesso di computer domestici diverge in maniera allarmante per gli studenti di diverse razze, etnie e stato socioeconomico, si dovrebbe anche riservare attenzione a certe misure di politica pubblica designate a ridurre le disparità fra studenti nell'accesso alle tecnologie dell'informazione all'esterno della scuola.

6. Iniziare un vasto programma di ricerca sperimentale. In vista sia dell'importanza critica che della spesa massiccia connessa alla didattica K-12 negli Stati Uniti, la Commissione raccomanda che una quantità di fondi, pari almeno allo 0.5% della spesa aggregata nazionale per l'educazione elementare e secondaria (circa 1.5 miliardi di dollari ai livelli attuali di spesa), sia investita in maniera continuata nella ricerca sponsorizzata federalmente, mirata al miglioramento dell'efficacia e del rapporto costo/rendimento dell'educazione K-12. Siccome nessuno stato, comune o ditta privata potrebbe sperare di accaparrarsi più di una piccola frazione dei benefici associati a un avanzamento significativo nella nostra comprensione di come sia meglio istruire gli studenti K-12, questi finanziamenti dovranno essere forniti in larga parte a livello federale per evitare un sistematico sottoinvestimento, rispetto al livello che sarebbe ottimale per la nazione nella sua totalità

Per assicurare alti standard di eccellenza scientifica, integrità intellettuale indipendenza dalla influenza politica, questo programma di ricerca dovrebbe essere pianificato e controllato da una Commissione indipendente, distinta, di esperti esterni indicati dal Presidente, e dovrebbe comprendere: (a) una ricerca di base in varie discipline collegate all'apprendimento e su varie tecnologie importanti per la formazione; (b) ricerca iniziale tesa allo sviluppo di nuove forme di software, apparati didattici e metodologia didattica resa possibile dalle nuove tecnologie; (c) studi empirici rigorosi, ben controllati, revisionati da pari, su larga scala, designati per determinare quale didattica sia nella realtà la più efficace. La Commissione non raccomanda, comunque, che lo spiegamento della tecnologia all'interno delle scuole Americane sia differito sino al completamento di tale ricerca.

RINGRAZIAMENTI

La Commissione desidera esprimere la propria gratitudine alle seguenti persone, che hanno contribuito in vari modi alla preparazione del presente studio:

Dr Bruce Alberts
Accademia Nazionale delle Scienze

Prof. Ronald E. Anderson
Università del Minnesota

Prof. Stephen Andrade
Brown University

Timoty Barnicle
Department of Labor

Gary J. Beach
ComputerWorld, Inc.

Ellen R. Bialo
Interactive Educational Systems Design, Inc.

Charles Blaschke
Education Turnkey Systems, Inc.

Prof. Robert K. Branson
Università dello Stato della California

Carolyn Breedlove
National Education Association

William Burns
Association for Educational Communications and Technology

Dr. Rodger W. Bybee
National Research Council

David Byer
Software Publishers Association

Dr. Iva E. Carruthers
Nexus Unlimited Inc.

John Cherniavsky
National Science Foundation

Dr. Daryl E. Chubin
National Science Foundation

Robert Cleveland
Bureau of the Census

Wilmer S. Cody
Kentucky State Department of Education

Paul Cohen
D. E. Shaw & Co.

Dr. John Cradler
Far West Labs

Prof. Christopher Dede
George Mason University

Dr. Denise Dougherty
Office of Technology Assessment

Dr. David Dwyer
Apple Computer, Inc.

Ira Fishman
Federal Communication Commission

Col. (ret.) Edward Fitzsimmons
Office of Science and Technology Policy, Executive Office of the President (retired)

Ronald Fortune
Computer Curriculum Corp.

Dr. Larry Frase
Educational Testing Service

William Friedel
Software Solutions

Prof. Edward A. Friedman
Stevens Institute of Technology

Dr. Kathleen Fulton
Office of Technology Assessment

James Gates
D. E. Shaw & Co.

Michael Girard
PC/Meter, L.P.

Prof. William Graves
University of North Carolina, Chapel Hill

Anne Griffith
Software Publishers Association

Dr. Kathryn Hanson
Silicon Graphics, Inc.

Dr. Beverly Hartline
Office of Science and Technology Policy, Executive Office of the President

Jeanne Hayes
Quality Education Data, Inc.

Nancy Hechinger
Pantecha, Inc.

Chris Held
Bellevue Public Schools

J. Michael Hopkins

Dr. Beverly Hunter
Bolt, Beranek and Newman

Hon. Lionel "Skip" Johns
Office of Science and Technology Policy, Executive Office of the President

Dr. Peter Kelman
Pantecha, Inc.

Ken Kay
Podesta Associates

Brenda Kempster
Kempster Group

Beth Kobliner

Dr. Harold Kobliner
New York City Board of Examiners (retired)

Dr. Thomas Koerner
National Association of Secondary School Principals

Dale La Franze
Minnesota Educational Computing Corporation

Cheryl Lemke
Illinois State Board of Education

Prof. Alan Lesgold
University of Pittsburgh

Prof. Ann Lieberman
Columbia University

Prof. Marcia C. Linn
University of California-Berkeley

Edna Lee Long-Green
Jostens Learning Corporation

Elisabeth Lyle
Federal Communications Commission

Prof. Jacqueline C. Mancall
Drexel University

Prof. Dale Mann
Teachers College, Columbia University

Prof. Robert McClintock
Teachers College, Columbia University

William McDonagh
Broderbund Software, Inc.

Dr. Julia Medin
University of Central Florida

Dr. Anne Meyer
Centre for Applied Special Technology

Lynn Milet

Association for Educational Communications and Technology

Dr. Michael Moore
Pennsylvania State University

Henry Morockie
West Virginia State Department of Education

Sally Narodick
Edmark Corp.

Alan November
Educational Renaissance Planners

Prof. Seymour Papert
Mit media Lab

Prof. Roy D. Pea
Northwestern University

Dr. Robert Pearlman
Boston Teachers Union

Margaret Petrella
The Pew Research Centre for the People & the Press

Bernajean Porter
Educational Technology Planners

Dr. Margaret Riel
INTERLEARN

Dr. Linda Roberts
U.S. Department of Education

Saul Rockman
Rockman Association

Ilene Rosenthal
Lightspan Partnership, Inc.

Dr. Andee Rubin
TERC

Richard Rusczyk
D. E. Shaw & Co.

Dr. Nora Sabelli
National Science Foundation

Steven Sanchez
National Science Foundation

David Schaffer
Jostens Learning Corp.

Lynn Silver
Apple Computer, Inc.

Jay Sivin-Kachala
Interactive Educational Systems Design, Inc.

Dr. Lewis C. Solmon
Milken Institute for Job and Capital Formation

Dr. Gwen Solomon
U.S. Department of Education

Prof. Elliot Soloway
University of Michigan

Dr Robert Spielvogel
Education Development Center

Barbara Stein
National Education Association

Virginia Stern
American Association for the Advancement of Science

Prof. Robert Stevens
Pennsylvania State University

Gary Strong
National Science Foundation

Dr. Michael Sullivan
Agency for Instructional Technology

Prof. Patrick Suppes
Stanford University

Dr. Ruby Takanishi
Foundation for Child Development

Margaret H. Tilney
GlobeLearn, Inc.

Prof. Rena Upitis
Queen's University

Prof. Decker Walker
Stanford University

Sandra Welch
Public Broadcasting Service

Dr. Cheryl Williams
National School Boards Association

Dr. Jarry Willis

Association for the Advancement of Computing in Education

Dr. Frank Withrow
Council of Chief State School Officers

William Wright
Consortium for School Networking

Barbara Yentzer
National Education Association

Laura Zawacki
Quality Education Data, Inc.

Alfred Zeisler
Integrated Technology Education Group

Dr. Stanley Zenor
Association for Educational Communications and Technology

1. Tali preoccupazioni hanno trovato espressione, ad esempio, in un autorevole rapporto pubblicato agli inizi degli anni '80 della Commissione Nazionale sull'Eccellenza nell'Istruzione (A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform. Washington, D.C.: U.S. Department of Education, 1983)
2. Infatti il Professor Christopher Dede ha affermato che “se tutti i computer e le telecomunicazioni dovessero sparire domani, l'istruzione sarebbe l'istituzione sociale meno colpita.”(Affermazione scritta sottoposta alla Commissione PCAST sulla educational technology, 1995.)
3. Legislazione pubblica 103-227
4. La focalizzazione della Commissione sulle tecnologie basate sui calcolatori e sulla rete non dovrebbe essere intesa come suggerimento che le altre tecnologie (“apprendimento a distanza” e altre applicazioni didattiche della televisione, ad esempio, o anche del telefono e del fax) siano meno importanti o meno degne di esame critico in un contesto didattico . Tale analisi non è nel presente rapporto solamente perché queste tecnologie (così come altri aspetti quali la formulazione di standard didattici e l'applicazione della tecnologia all'Istruzione e alla preparazione post secondaria) escono dall'ambito di questa Commissione.
5. Una lista delle persone e delle organizzazioni che hanno fornito scritti o hanno preso parte a sessioni istruttorie a beneficio della Commissione è presente nell'Appendice.
6. Così come è citato nel Benton Foundation, The Learning Connection, «[hyperlink "http://www.benton.org/Library/Schools/connection.html"](http://www.benton.org/Library/Schools/connection.html) », 1996
7. Così come viene usato nel presente rapporto, il termine “costruttivismo” si intende con il significato generalmente inteso all'interno della comunità di ricercatori sulla didattica. La nostra intenzione di uso non dovrebbe essere confusa con i riferimenti al “costruttivismo sociale” nel contesto della discussione contemporanea della teoria postmoderna, una accezione che non è stata considerata né discussa dalla Commissione.
8. Abbiamo citato il punteggio standardizzato dei test in numerosi esempi come questo, unicamente perché tale punteggio è ampiamente utilizzato quale misura obiettivamente quantificabile di successo didattico, e non perché la Commissione ritiene che tale metro sia il più appropriato per valutare quelle forme di conoscenza e di competenza che dovrebbero essere considerate più appropriate da acquisire da parte degli studenti. La problematica dei metri più appropriati specialmente per quelle forme di apprendimento considerato più importante all'interno del modello costruttivista viene discusso nella sezione 8.

9. Quality Education Data, Inc. (QED), Technology in Public Schools, 14th Ed. (Denver, CO: Quality Education Data, Inc. , 1995), p. 15.
10. L'analisi di Becker dei dati dei coordinatori informatici dall'International Association for the Evaluation of Educational (IEA) "Computers in Education Study" 1992, ha riscontrato che il 70 % di tutte le high school medie e alte situano la maggior parte dei loro computer all'interno dei laboratori informatici: vedi Henry J. Becker, Analysis and Trends of School Use of New Information Technologies, rapporto preparato per l'Ufficio per la Valutazione della Tecnologia , U.S. Congress (Washington, D.C., 1994), p. 18
11. Come osserva Kathleen Fulton, "E' un po' come dover condividere libri, o programmare l'uso delle matite." Vedi Kathleen Fulton, Technology for K-12 Education: Asking the Right Questions" scritto commissionato dal National Center for Education Statistics (Washington, D.C.: Issue Dynamics, Inc.), p. 9.
12. QED, Technology in public Schools, 14° ed., p. 26
13. IEA Computers in Education Study, 1992, come riportato in Becker, Analysis and Trends, p. 19
14. Infatti, qualsiasi attrezzatura il cui effettivo valore (dopo aver considerato le previsioni di manutenzione e altri costi relativi al personale) è sceso al di sotto di quello dell'ammortamento fiscale legalmente lecito, è probabile che sia preferita dalle varie corporazioni per la donazione. A meno che la scuola non sia in grado di far funzionare tale attrezzatura più efficacemente dell'azienda donatrice (un presupposto tenue al massimo), tale donazione potrebbe avere l'effetto (dopo tasse) di un trasferimento di beni dal settore pubblico (che per definizione include le scuole e gli Istituti che impongono le tasse) alla corporazione, l'esatto opposto del risultato voluto.
15. Indipendentemente dal valore economico di qualsiasi attrezzatura donata, vale forse la pena notare che i programmi di donazione delle corporazioni possono facilmente avere benefici collaterali nel grado in cui aiutano a attirare il settore privato in più stretto contatto con le nostre scuole.
16. U.S General Accounting Office (GAO), School Facilities: America's Schools not Designed or Equipped for 21st Century (Washington , D. C., 1995), p. 13
17. In una analisi di 10.000 scuole condotta tra il gennaio 1994 e marzo 1995 dal General Accounting Office , il 35 % di tutti gli intervistati hanno riferito che le loro scuole avevano una insufficiente potenza elettrica per supportare i computer e le tecnologie di rete, mentre il 6 % hanno riferito di avere impianti elettrici inadeguati a tali tecnologie. (GAO, School Facilities, p. 12)

18. Il 61% degli intervistati dal rapporto GAO hanno indicato che non disponevano di condutture o canalette per far passare i cavi della rete (GAO, School Facilities, p.12)
19. Meno di una classe su otto detiene un telefono che può essere usato per telefonate verso l'esterno. Vedi Thomas K. Glennan, Jr. e Arthur Melmed, Forstering the use of Educational Technology: Elements of a National Strategy (Santa Monica, CA: RAND Corporation, 1996), p. 20.
20. La Commissione è debitrice a John Bryson e Michael Hopkins per aver attirato l'attenzione su questa citazione e alla sua applicabilità all'elemento in discussione.
21. IEA Computers in Education Study, 1992 come riportato in Becker, Analysis and Trends, p. 68.
22. Analisi di Market Data Retrieval Corp. , come riportato in Becker, Analysis and Trends, 1994, p. 19.
23. QED, Technology in Public Schools, 14° ed. , p. 91.
24. Advanced Telecommunications in U.S. Public Elementary and Secondary Schools, U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics (NCES) (Washington, D.C., 1996), p. 8.
25. Come riportato in The Learning Connection, Benton Foundation, www.benton.org/Library/Schools/connection.html, 1996.
26. NCES, Advanced Telecommunications, p. 14.
27. Tra le scuole fornite di una connessione a Internet nell'autunno 1995, la maggior parte aveva l'accesso all'interno al massimo di una classe (NCES, Advanced Telecommunications, p.11). In generale , l'accesso a Internet era fornito solo nel 9% di tutte le aule, un aumento piuttosto drastico rispetto al 3% registrato nel 1994, ma nonostante ciò, piuttosto ridotto in termini assoluti (p. 12). Sembrerebbe comunque che queste statistiche potrebbero o no essere state influenzate da una potenziale ambiguità riguardante il significato inteso con la domanda alla base "Quante aule utilizzate per scopi didattici (compreso classi, laboratori, centri multimediali, ecc.) hanno una connessione a internet?" (Domanda 7b). In particolare, sembra possibile che un intervistato, la cui scuola aveva una singola connessione fisica a Internet, ma utilizzava una rete locale per fornire i servizi Internet all'interno di più stanze, potrebbe essere stato confuso nel dare la risposta appropriata.
28. Quasi due terzi di tutte le scuole secondarie avevano qualche forma di accesso a Internet nell'autunno 1995, ma meno della metà di tutte le scuole elementari. Solo il 39 % delle scuole con meno di 300 iscritti hanno riferito di

- avere la connessione a Internet, rispetto al 69 % di quelle con più di 1000 iscritti. (NCES, Advanced Telecommunications, p. 9)
29. Solamente il 7% di tutte le scuole pubbliche con accesso a WAN erano connesse mediante un link T1 nell'autunno 1995, e solo il 10 % avevano una connessione a 56kb. (NCES, Advanced Telecommunications, p. 15)
 30. IEA Computers in Education Study, 1992, come riportato in Becker, Analysis and Trends, p. 64.
 31. NCES, Advanced Telecommunications, p. 16.
 32. Come riportato in "Computer idea gets mixed response: questions about cost and the best strategies for education" Peter Appleborne, New York Times, 25 Gennaio 1996.
 33. Therese Mageau, " ILS: Its new role in schools", Electronic learning, 10 (1990), p. 22.
 34. Glennan e Melmed, Fostering the Use of Educational Tecnology, p. 4.
 35. Charles Vest mette in guardia su problemi analoghi a quelli incontrati inizialmente nel settore manifatturiero statunitense, quando le aziende americane tentavano di sfruttare le nuove tecnologie robotiche, senza riconsiderare la natura dell'impresa manifatturiera. (Commenti all'incontro del sottogruppo della Commissione, 1996)
 36. La centralità di tale inchiesta é espressa nel pensiero di Andree Rubin, un ricercatore del TERC, "Il nocciolo dell'educazione risiede nell'essere curiosi e nel sapere come soddisfare la curiosità in modo tale per cui, così come il giorno segue la notte, sfocia in sempre maggiore curiosità" (Presentazione scritta alla Commissione, 1995)
 37. Vedi, ad esempio, Fostering the Use of Educational Technology, Glennan e Melmed, p. 71.
 38. Questa questione è stata sollevata, ad esempio, dal Professor Robert Stevens dell'Università dello Stato della Pennsylvania, che concorda con alcuni dei principi fondamentali del costruttivismo e appoggia l'uso (non esclusivo) dell'apprendimento basato su un progetto, ma si domanda se tali tecniche dovrebbero costituire le basi di tutti gli aspetti dell'istruzione K-12. (Comunicazione privata, 1995)
 39. Tale osservazione non dovrebbe comunque essere presa come metro per accettare lo status quo pedagogico delle scuole della nostra nazione, o per fermare il progresso degli sforzi riformisti in pedagogia, che cercano di applicare la tecnologia all'interno dello schema costruttivista, in attesa del completamento di tali esperimenti a lungo termine.

40. A questo elemento viene fatto riferimento più avanti all'interno della discussione su ricerca e valutazione nella sezione 8 di questo rapporto.
41. David Dwyer, "Apple Classroom of Tomorrow: What we have learned", *Educational Leadership* 51 (1994), pp. 4-10.
42. Robert J. Tierney, Ronald Keiffer, Laurie Stowell, Laura Desai, Kathleen Whalin e Antonia Gale Moss, "Computer acquisition: a longitudinal study of the influence of high computer access on students thinking, learning, and interactions", ACOR report 16 (Cupertino, CA: Apple Computers, Inc., 1992), p. 10.
43. Vedi ad esempio, Dawn M. Snodgrass, "The Parent Connection", *Adolescence* 26 (1991), pp. 77-83; e "The relationship between parent involvement and student achievement: a review of the literature" Dipartimento di educazione dello Stato dell'Illinois (Springfield, IL: marzo 1993).
44. Dati desunti dal IEA Computers In Education Study, 1992, come sono analizzati da Becker (Analysis and trends, Tavola 4.1)
45. L'analisi dell'IEA del 1992 ha riscontrato che anche là dove viene utilizzato il software di word processing per preparare il lavoro scritto per una lezione accademica, tali compiti sono spesso svolti utilizzando carta e penna, e successivamente trascritti sul computer per essere poi presentati all'insegnante. Tale scrittura si è anche riscontrato essere in larga parte una attività solitaria, con un utilizzo del computer molto ridotto per agevolare le attività collaborative. (I dati dell'analisi IEA come sono analizzati e riportati da Becker, Analysis and Trends, p. 42-43).
46. Becker, Analysis and Trends, p. 71
47. NCES, Advanced Telecommunications, p. 13.
48. Numerosi osservatori hanno notato il fatto che una collezione significativa di questi materiali si trova attualmente a disposizione del governo federale. Mentre queste risorse possono facilmente rappresentare un deposito con un potenziale di considerevole valore per le nostre scuole nazionali, si dovrebbe notare che il costo di conversione di più di un sottogruppo limitato di questo materiale in formato digitale è probabile sia piuttosto sostanzioso, e che anche la conversione di un tale sottogruppo richiederà un investimento unico non banale di fondi pubblici e/o privati.
49. James Harvey, The market for educational software (Santa Monica, CA: RAND corporation, 1995), p. 7.
50. Una importante eccezione comunque risiede nell'ambito degli strumenti software applicabili non solo alla didattica ma anche alle altre attività Il

mercato del commercio di fogli elettronici e word processor, ad esempio, è già ben sviluppato, mentre i "web browsers", i "meccanismi di ricerca" e altri strumenti di navigazione in Internet vengono sviluppati a un rapido ritmo nel settore privato. Questi strumenti svolgeranno probabilmente un importante ruolo nell'ambito dello schema costruttivista dell'Istruzione, ma la Commissione non ritiene necessario il coinvolgimento federale per assicurare il benessere di questo mercato.

51. Software Publishers Association (SPA), Education section, SPA K-12 Education market report (Washington, D.C.: Software Publishers Association, 1995), p. 40, 88-91; HARvey, The market for educational software, p. 3.
52. Benché una insolita varietà di piattaforme hardware sia stata citata quale problematica, ad essere certi non è chiaro se la base hardware installata nelle scuole americane sia in realtà più diversificata di quella di certi altri segmenti di mercato del software relativamente fiorente, compreso il disegno grafico, il processing audio digitale, varie specializzazioni scientifiche e ingegneristiche e certe applicazioni editoriali.
53. Questo fenomeno rappresenta un tipo di insuccesso di mercato che nasce da una particolare forma di problematica economica esterna, a volte indicata con il termine "free-rider problem".
54. National Education Association (NEA), Status Of The American Public School Teacher 1990-91 (Washington, D.C.: National Education Association, 1992), p. 54.
55. Martha S. Wiske, et. al., How technology affects teaching (Cambridge, MA; Harvard Graduate School of Education, Educational technology Center, marzo 1988), pp. 38-39.
56. Office Of Technology Assessment (OTA), Teacher And Technology: Making The Connection (Washington, D.C., 1995) p. 129.
57. La percentuale ottimale potrebbe in realtà essere considerevolmente più alta. Becker ad esempio, sollecita un capovolgimento del rapporto, stimando che il 30 % del budget tecnologico di un distretto dovrebbe essere impiegato per software e hardware e il restante 70% dovrebbe essere impiegato per lo sviluppo dello staff e altre forme di sostegno al personale, compreso coordinatori tecnologici, tempo riservato agli insegnanti affinché ridisegnino i piani di lezione, e una riduzione delle dimensioni delle classi. Vedi Henry Jay Becker, "A truly empowering technology-rich education-How much will it cost? Educational IRM Quarterly 3 (1993), pp.31-35.

58. Market data retrieval, Education and technology, 1993: A survey of the K-12 market (Shelton, CT: MDR, 1993), p. 11.
59. "A technology ready state", Electronic learning 13 (1993), p. 58.
60. Jessica Siegel, "The state of teacher training", Electronic learning 14, (1995), pp. 44, 48.
61. OTA, Teachers and Technology, p. 137.
62. Elisabeth A. Palmer, "Teacher use and support", in Computers in American schools: an overview, ed. Ronald A. Anderson (Minneapolis, MN: International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 1993), p. 51.
63. Palmer, "Teacher Use and Support", p. 52.
64. OTA, Teachers and Technology, pp. 147-149.
65. Henry J. Becker, Analysis and Trends of School Use of New Information Technologies, rapporto preparato per l'Office of Technology Assessment, U.S. Congress, 1994, pp. 88-89.
66. Barbara Means e Kerry Olson, "Technology's role in education reform: findings from a national study of innovating schools (Menlo Park, CA: SRI International September, 1995), p. 16-20.
67. Robert Tinker, in una discussione durante un incontro del PCAST, Commissione sulla Educational Technology, 1995.
68. Lo sviluppo di materiale per i corsi di alta qualità è un processo che in circostanze ottimali è difficile, lento e intellettualmente impegnativo; quando tali responsabilità vengono associate alla padronanza di un insieme di strumenti tecnologici totalmente nuovi, si potrebbe dimostrare difficile anche per gli insegnanti più competenti e dedicati, trovare il tempo per tali attività
69. Karen Sheingold e Martha Hadley, Accomplished teachers: integrating computers into classroom practice (New York, NY: Center for technology in education, Bank Street College of education, Settembre 1990), p. 21.
70. NEA, Status of the American Public School Teacher, pp. 47-48.
71. NEA, Status of the American Public School Teacher, pp. 46.
72. L'influenza che i presidi hanno sull'organizzazione degli insegnanti costituisce una ragione per cui i presidi dovrebbero partecipare alla formazione tecnologica dello staff. I programmi specificatamente designati per i presidi, quali ad esempio il Principals' Technology Leadership Training Program dello stato dell'Indiana, può fortemente accrescere l'appoggio amministrativo che gli insegnanti ricevono per l'utilizzo della tecnologia. (OTA, Teachers and Technology, pp. 153-154.)

73. OTA, Teachers and Technology, p. 41; "Towards a model of technology in education for the 21st century", di Nancy Hechinger alla Commissione, p. 5; Sheingold e Hadley, Accomplished teachers.
74. Siegel, "The State of Teacher Training", p. 48.
75. Questo esempio viene presentato unicamente per scopi illustrativi. Come discusso nella sezione 6, gli esperti, in realtà differiscono notevolmente a riguardo dell'importanza delle esigenze di sviluppo professionale che saranno imposte dall'introduzione della tecnologia all'interno delle scuole americane.
76. Tratto da: U.S Department of Education, National Center for Education Statistics (NCES), Projections of Education Statistics to 2006, 25° edizione (Washington, D.C., marzo 1996); NCES, America's teachers: Profile of a profession (Washington, D.C., maggio 1993); e NEA, Status of the American Public School Teacher.
77. OTA, Teachers and Technology, pp. 120-121, 175.
78. OTA, Teachers and Technology, p. 184.
79. OTA, Teachers and Technology, p. 184, 187-191.
80. Linda C. Barron e Elisabeth S. Goldman, "Integrating Technology with Teacher Preparation" in Technology and Education Reform: The reality behind the promise, ed. Barbara Means (San Francisco, CA: Jossey-Bass, 1994), p. 102.
81. Barron e Goldman, "Integrating Technology with Teacher Preparation", p. 88-95.
82. OTA, Teachers and Technology, p. 208.
83. McKinsey e Company, Inc., Connecting K-12 Schools to the Information superhighway, rapporto preparato per il National Information Infrastructure Advisory Council, (Palo Alto, CA: McKinsey e Co., Inc., 1995), p. 66.
84. Basato su dati e stime forniti da QED, Apple Computers, Paul Kagan, SPA/CCA Consulting, Peter Li, e Anne Wujcik & Associates.
85. Basato su dati e stime forniti da Peter Li, Anne Wujcik e SPA.
86. Basato su dati forniti da SPA e stime da McKinsey.
87. Basato su stime fornite da McKinsey.
88. Stimato da McKinsey (basato su casi e su interviste) al 10 % del totale delle spese per la Educational Technology; Market Data Retrieval, d'altro canto, pone questo valore al 15 %, come notato nella sezione 5.1, nota 58.
89. Stimato da McKinsey (basato su casi e su interviste) al 5 % del totale delle spese per la Educational Technology.

90. Vedi, ad esempio, SPA, K-12 education Market Report, pp. 61-62; Peter Li Education group, e Anne Wujcik & Associates, come citato da McKinsey, Connecting K-12 schools, p. 66; Thomas K. Glennan and Arthur Melmed, Fostering the use of educational thechnology: elements of a National strategy, the RAND Corporation, 1996, p. 38; e Benton Foundation, the Learning Connection, www.benton.otg/Library/Schools/connection.html, 1996.
91. Basati sui dati riportati dal U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics (NCES), Digest of Education Statistics 199 (Washington, D.C., 1995), p. 163.
92. NCES, Digest of Education Statistics, p. 163.
93. Come stimato dalle agenzie didattiche statali e come riportato in NCES, Digest of Education Statistics, p. 53.
94. In base ai valori osservati nei precedenti anni (NCES, Digest of Education Statistics, p. 50), questa statistica si può supporre che sovrastimi la frequenza media quotidiana effettivamente sperimentata durante l'anno scolastico 1994-95 di un fattore dell'8 %. Sia le spese generali che quelle tecnologiche citate qui dovrebbero pertanto venire rivalutate di un valore paragonabile, per ottenere una stima realistica delle risorse effettivamente impiegate da parte di ciascun studente.
95. Mckinsey, Connecting K-12 schools, pp. 20-24.
96. Adattato da Mckinsey, Connecting K-12 schools, exhibit 7, p. 28.
97. Brent Keltner e Randy Ross, The cost of high technology schools (Santa Monica, CA: RAND corporation, 1995).
98. Sono state fatte numerose ipotesi a riguardo della trasformazione delle previsioni che compaiono su ogni fonte documentaristica in una forma comune per la presentazione in questa tabella . Le effettive previsioni di ogni autore si possono trovare nei singoli documenti che vengono elencati separatamente sotto.
99. Glennan e Melmed, Fostering the Use of Educational Technology, p. 45.
100. James Harvey, ed., Planning and financing education technology (Santa Monica, CA: RAND Corporation, 1995), p. 7
101. Keltner e Ross, The cost of high technology schools.
102. Mckinsey, Connecting K-12 Schools, p. 28.
103. Barbara Means e Kerry Olson, " Technology's role in educational reform, " rapporto per il U.S: Department of Education, Office of Educational Research and Improvement (Washington, D.C.: September 1995), p. 99.

104. Dave Moursund, Talbot Bielefeldt, Dick Ricketts, e Siobhan Underwood, *Effective Practice : Computer Technology in Education* (Eugene, OR: International Society of Technology in Education , fall 1995), p. 102.
105. Becker, "A Truly Empowering Technology-Rich Education, " pp. 31-35.
106. Una proposta che viene di tanto in tanto fatta, per minimizzare i costi di mantenimento e di supporto implicherebbe la fornitura di tali servizi da parte degli studenti. Normalmente i sostenitori di questo tipo di proposta argomentano che queste attività possono essere importanti non solo in qualità di servizio alle scuole, ma anche come esperienza di apprendimento per lo studente. In base al fatto che tali attività sono infatti giustificate da un'ottica didattica, la Commissione sarebbe incline ad appoggiare almeno una sperimentazione preliminare di tale approccio. Mentre il coinvolgimento degli studenti nella gestione di reti informatiche può in realtà offrire possibilità affascinanti per l'apprendimento, vale comunque la pena notare che la stessa argomentazione sarebbe valida per la precettazione degli studenti per il mantenimento della pulizia delle scuole o per un apporto al lavoro amministrativo. Sebbene entrambe queste idee possono essere interessanti da esplorare , specialmente nel contesto dei corsi di studio costruttivisti, la Commissione ritiene che non ci possiamo più aspettare che il problema del mantenimento e del supporto tecnologico, venga risolto esclusivamente mediante l'utilizzo di tecnici studenti, così come non ci si può aspettare che il problema della sicurezza nelle scuole sia risolto dalle telecamere nei corridoi degli edifici.
107. Vedi sezione 8.4 per una breve discussione del fondamento logico alla base di questa congettura.
108. Lo studio dell'IEA su computer e didattica del 1992 (come analizzato in Henry J. Becker, *Analysis and Trends of School Use of New Information Technologies*, un rapporto preparato per l'Office of Technology Assessment, U.S. Congress, 1994, p. 50) trovò che il 20 % delle scuole con la più alta densità di computer avevano un numero di computer per studenti sei volte maggiore di quanto avessero il 20 % con la più bassa densità
109. Ad esempio la dimensione della scuola ha un impatto particolarmente ampio. Il 25 % delle scuole più piccole ha quasi il doppio di computer per studente di quanto ne abbia il 25 % delle scuole più grandi , un effetto che Becker attribuisce al fatto che le scuole di varie dimensioni spesso acquistano un numero sufficiente (e solo sufficiente) di computer per una classe intera, in cui gli studenti possano usarli, simultaneamente. Becker (comunicazione personale, 1996) ha anche calcolato (basandosi sui dati del Computer in Education Study dell'IEA del 1992),

che gli studenti delle scuole pubbliche usufruiscono di una densità di computer maggiore in media del 17 % rispetto a quelli che frequentano scuole non-pubbliche.

110. Becker, *Analysis and Trends*, pp. 53-54
111. Nel giugno 1995 circa il 45 % di tutte le case con bambini sotto i 18 anni (ma solamente il 30 % di tutte le case senza bambini) possedeva almeno un computer, e questo dato si ritiene sia aumentato da allora. (Margaret Petrella, Pew Research Center for the People and the Press, Washington, D.C., comunicazione privata via fax, luglio 1996, sulla base dei dati di una analisi del 1995 del Times Mirror Center for the People And the Press.)
112. Per fare un esempio, l'85 % di tutti gli adolescenti le cui famiglie hanno un computer a casa riferiscono di utilizzarlo per il lavoro scolastico. Vedi Times Mirror Center for the People and the Press, *Technology In The American Household* (Washington, DC.: Times Mirror Center For The People And The Press, maggio 1994), p. 28.
113. La stima è basata su stime fornite alla Commissione da PC/Meter, L.P. (Port Washington, NY, comunicazione via fax , agosto 1996) e la Software Publishers Association, (Washington, DC, comunicazione via fax, agosto 1996).
114. In funzione di queste stime, abbiamo incluso in questa categoria non solo le attività identificate esplicitamente quali didattiche, ma anche l'utilizzo di rapporti, database, fogli elettronici, ricerca web e software "educa-intrattenitive".
115. Office of Technology Assessment (OTA), *Teachers and Technology. Making the Connection* (Washington, DC, 1995), pp. 101-102.
116. Provenienti dai dati presentati in *Quality Education Data, Inc. (QED), Technology in Public Schools*, 14° ed. (Denver, CO: Quality Education Data, Inc., 1995), p. 31.
117. QED, *Technology in Public Schools*, First edition, Denver, CO, 1983, come viene citato da Ronald E. Anderson, Wayne W. Welch, e Linda J. Harris, "Iniquities and opportunities for computer literacy", *The Computing Teacher* 11 (1984), pp. 10-12.
118. Ad esempio il Labor, Health & Human Services, e l' Education Subcommittee of the House Appropriations Committee, ha recentemente votato per congelare le spese nominali dell'Articolo 1 per il 1997 al livello del 1996, e ciò corrisponde a una riduzione non banale in seguito all'asestamento di inflazione, crescita di iscrizioni scolastiche negli Stati Uniti, e previsioni di crescita nella spesa generale per la Educational Technology del K-12.

119. Questo valore è stato tratto dall'analisi di Becker dei dati riportati in Computer in Education Study dell'IEA del 1992 (Becker, Analysis and Trends, p. 54, tavola 6.4 A) che, in un campione di studenti di quinto, ottavo e undicesimo livello paragona il 25 % a SES più alto con il 25% a SES più basso, secondo un parametro fondato sul possesso delle famiglie di varie strumenti domestici e (tranne che per gli studenti di quinta) sul livello di scolarizzazione dei genitori. Il valore che riportiamo noi qui, costituisce la media dei valori registrati separatamente per ogni livello di classe. Se gli studenti campione di tutti i tre livelli fossero stati aggregati allo scopo di questo calcolo, lo squilibrio in questione sarebbe stato aumentato da una leggera forma di scorrettezza, attribuibile a due fattori di perturbazione distinti, ma interagenti. Da un lato, la media dell'utilizzo dei computer è positivamente correlata al livello di grado. Un altro fattore che si è riscontrato essere positivamente correlato con il livello di grado dello studio IEA, comunque, è il rapporto di studenti ad alto e basso SES, un effetto che ci si può aspettare, considerato il fatto che i genitori degli studenti di 11° grado sono presumibilmente più anziani e (a causa degli effetti del ciclo vitale dell'economia) più benestanti in generale di quelli degli studenti di 5° livello. Se gli studenti fossero assemblati trasversalmente rispetto al grado della classe, una parte dello squilibrio che è stato verificato nell'uso connesso all'SES deriverebbe da una correlazione artificiale
120. L'analisi di Becker sui dati del Computers in Education Study dell'IEA del 1992, ad esempio, ha rivelato che gli studenti della High School provenienti da famiglie a basso SES utilizzavano il computer il 15 % di più della media degli studenti della High school durante le lezioni di "istruzioni al computer", ma il 13% in meno della media in tutte le altre lezioni (Becker, Analysis and Trends, p. 54, Tavola 6.4).
121. L'Office of Technology Assessment ha riscontrato, ad esempio, che la programmazione informatica giustificava il 30 % dell'utilizzo dei computer da parte degli studenti ad alto SES paragonati con solamente il 13 % dei loro compagni a basso SES. Vedi Office of Technology Assessment (OTA, Trends and Status of Computers in Schools: Use in Chapter 1 Programs and Use with Limited English Proficient Students (Washington, D.C., 1987), Figura 10.
122. Derivato dai risultati presentati nella tavola 6.6 di Becker, Analysis and Trends, p. 55, che è stato a sua volta redatto basandosi sui dati raccolti in Computers in Education Study dell'IEA del 1992.

123. Per essere onesti dovrebbe essere notato che rimane ancora molto da imparare, sugli effettivi esiti didattici associati ad ogni categoria di attività come viene discusso nella sezione 4 e 8.
124. In base al fatto che la tecnologia potrebbe essere stata storicamente diffusa e utilizzata al di sotto del livello ottimale nel caso della popolazione studentesca a basso SES, tali problemi potrebbero essere sorti in parte da particolari regole piuttosto restrittive che un tempo erano associate al programma Articolo 1. Ulteriori cambiamenti al programma Articolo 1, comunque, possono essere di aiuto per migliorare questi effetti.
125. Vedi, ad esempio, Charles Pillar, "Separate Realities", MacWorld, settembre 1992, pp. 218-230.
126. Times Mirror Center for the People and the Press, Americans, American Going Online... Explosive Growth, Uncertain Destinations (Washington, D.C.: Times Mirror Center for the People and the Press, 1995), p. 12.
127. Daniel H. Weinberg, Current Population Reports: A brief Look at Postwar U.S. Income Inequality, U.S. Census Bureau Document P60-191 (Washington, D.C., giugno, 1996), p. 1. Vale la pena notare che il trend di crescita delle disuguaglianze di reddito persiste anche dopo aver tenuto conto degli effetti delle tasse, dei benefit non cash, e dei trasferimenti di denaro statale, almeno durante il periodo tra il 1979 (quando il Census Bureau cominciò a raccogliere i dati necessari per compilare le statistiche) e 1994 (Weinberg, U.S. Income Inequality, p. 3)
128. Si dovrebbe dare particolare attenzione alla fornitura di un accesso a Internet abbordabile per le scuole rurali in cui l'accesso ai servizi forniti dalle reti commerciali e dai providers é o inaccessibile o esageratamente costoso.
129. Gli esempi comprendono Project PULSE, at Abraham Clark Jr. /Sr. High School in Roselle, NJ (Margaret Honey e Katie McMillan, Project PULSE: Pupils Using Laptops in Science and English Year One: a Final Report, New York, Center for Children and Technology, Education Development Center, 1992) and project TELL (Telecommunications for Learning) che è gestito congiuntamente dalla Graduate School della City University di New York, NYNEX, e il New York City Board Of Education (Project TELL II: College Incentive Program, Mid-Term Report, da maggio 1994 a ottobre 1995, Graduate School and University Center, City University of New York, 1996).
130. Per fare un paragone illustrativo, nel 1985 uno studente afro-americano di una scuola elementare aveva tre volte la possibilità di uno studente elementare bianco di frequentare una scuola senza computer. Vedi Henry J. Becker Carleton

- W. Sterling "Equity in School Computer Use: National Data and Neglected Considerations", *Journal of Educational Computing Research* 3 (1987), p. 296.
131. Da QED, *Technology in Public Schools*, 14^{ed.}, p. 32 e dai dati forniti da Laura Zawacki, QED (comunicazione telefonica privata, 1996).
132. Le stime basate sull'indagine dell'ampiezza di questo svantaggio hanno spaziato da un 13 % di densità di computer più bassa di quella vissuta dallo studente bianco non-ispanico medio (basato sui dati QED del 1993), al 19 % (e al livello delle scuole elementari 23 %) di densità più bassa di quella dello studente medio di qualsiasi razza (basato sui dati del IEA del 1992), in ogni caso come analizzato da Becker (*Analysis and Trends*, p. 51).
- 133 . Derivato dai numeri presentati nella tavola A.3 di Robert H. Anderson, et. al., *Universal Access to E-Mail: Feasibility and Societal Implications* (Santa Monica, CA: RAND Corporation, 1995), p. 184; che erano a loro volta derivati dai dati del censimento, estratti dal Current Population Survey, ottobre 1993 (file di dati leggibili meccanicamente) (Washington, D.C.: Bureau of the census, 1994).
134. Margaret Petrella, Pew Research Center for the People and the Press, Washington, D.C., comunicazione telefonica privata, agosto 1996, basata sui dati non pubblicati di una indagine del 1995, il cui principale risultato compare sul Times Mirror Center, *Technology in the American Household*, 1995.
135. U.S. Department of Commerce, *Falling Through the Net: A survey of the "Have Nots" in Rural and Urban America* (Washington, D.C., luglio 1995), pp. 3-4, Tavola 4.
136. IEA Computers in education study ,del 1992, come viene analizzato e riportato nella tavola 6.2 di *Analysis and Trends*, di Becker, p. 51.
137. Derivato da numeri riportati nella tavola 6.5 di Becker, *Analysis and Trends*, p. 55, che, a loro volta, si basano sui dati forniti da studenti nel IEA Computers in Education Study del 1992. Un "pesante" uso è stato definito secondo un indice di attività basato sulla frequenza con cui ogni studente intervistato testimoniava di svolgere ognuna delle nove distinte attività basate sul computer.
138. Dalla tavola 6.6 A di Becker, *Analysis and Trends*, p. 55, che è di nuovo basata su dati degli studenti desunti da IEA Computers in Education Study del 1992.
139. Questi valori sulla densità dei computer (valutati in base alle iscrizioni), sono stati desunti dalla tavola 6.2A di di Becker, *Analysis and Trends*, p. 51, che si basa su IEA Computers in Education Study del 1992
140. Basato su una analisi di regressione multivariata dei dati dell'indagine IEA del 1992 riportati in Becker, *Analysis and Trends*, p. 52.

141. Vedi la nota 109 per una breve discussione sulla correlazione tra la densità dei computer e le dimensioni della scuola.
142. Una ulteriore ricerca basata su moderne tecniche di aggregazione demografica potrebbero essere di aiuto per fare emergere la natura e l'ordine di grandezza di tali effetti geografici
143. Gli effetti di tali differenze sulle diverse disponibilità di volontari capaci di fornire una assistenza tecnologica alle scuole, viene discussa nella sezione 9.3. Inoltre, le scuole in certe particolari aree geografiche possono essere frenate da una relativa carenza di supporto tecnico commercialmente accessibile e di servizi di consulenza.
144. Derivato dai dati riportati nella tavola 6.4A di Becker, *Analysis and Trends*, p. 54.
145. Derivato dai numeri presentati nella tavola 6, Becker and Sterling, "Equity in School Computer Use", p. 302.
146. Il 46% delle ragazze e il 35 % dei ragazzi hanno riferito di utilizzare il computer a casa per il lavoro scolastico. I numeri corrispondenti per il word processing erano rispettivamente 42 % e 31%. Le domande sono state poste in modo tale che queste due categorie non sono state considerate reciprocamente esclusive, suggerendo la possibilità che la prima differenza sia in realtà giustificata in larga parte dalla seconda. (Times Mirror Center, *Technology in the American Household*, p. 31.)
147. Il 47 % di tutti i ragazzi faceva giochi non legati alla didattica, paragonati a solo il 24 % delle ragazze. I ragazzi e le ragazze comunque non differivano in maniera significativa relativamente all'utilizzo dei computer per i giochi didattici al computer. (Times Mirror Center, *Technology in the American Household*, p. 31)
148. Per una breve analisi di alcuni di questi lavori vedere Rosemary E. Sutton , "Equity and Computers in the Schools: a Decade of Research", *Review of Educational Research* 61 (1991), pp. 484-485.
149. R.E. Sutton, " Equity and Computers", pp. 485-486.
150. Roger T. Johnson, David W. Johnson, and Mary Beth Stanne, "Effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures on computer assisted instruction", *Journal of Educational Psychology* 77 (1985), pp. 668-677.
151. Si dovrebbe riconoscere comunque che tali affermazioni sono un po' maldefinite in circostanze nelle quali non vi è un modo diretto per paragonare i miglioramenti dei rendimenti valutati all'interno di diverse scale di rendimento.

152. Robert L. Bangert-Drowns, "The word processor as an instructional tool: a meta-analysis of word processing in writing instruction", *Review of Educational Research* 63 (1993), pp. 69-93.
153. Karen Swan, Frank Guerrero, Marco Mitrani e Jhon Schoener, "Honing in on the target: who among the educationally disadvantaged benefits most from what CBI?" *Journal of Research on Computing in Education* 22 (1990), pp. 381-403.
154. Derivato dai dati riportati nella tavola 6.4A e 6.4B di Becker, *Analysis and Trends*, p. 54.
155. Mentre i sistemi e gli strumenti delle "tecnologie assistenziali" didatticamente significative, progettati per aumentare l'indipendenza di un disabile, costituiscono il fulcro principale di questa discussione, si dovrebbe notare che alcuni hanno insistito per una maggiore enfasi sull'applicazione dei principi del "progetto universale" (che implica ad esempio l'incorporazione di meccanismi ridondanti di input e di output) per assicurare che la tecnologia possa essere usata da disabili di vario tipo, così come dalla popolazione in generale.
156. In una meta-analisi (Gene V. Glass, Barry McGaw e Mary Lee Smith, *Meta-Analysis in Social Research* (Beverly Hills, CA: Sage Publications, 1982), i risultati di numerosi studi, selezionati in base a criteri ben delineati, predefiniti sono convertiti in forma comune, normalizzata (nei casi considerati qui, il "Glass effect size" valutato quale la differenza tra i risultati misurati nel gruppo sperimentale e di controllo, espresso come multiplo della deviazione standard), così che possono essere utilizzati metodi statistici convenzionali e multivarianti per ottenere una misura quantitativa aggregata degli effetti che interessano. Tra le proprietà più interessanti di queste tecniche si trova la capacità di derivare un maggiore potere statistico nell'aggregato di quanto sia presente nei singoli studi che lo costituiscono: anche nel caso in cui nessuno dei singoli studi supporta il rifiuto della ipotesi nulla in base a standard convenzionali di significatività statistica (grazie alle piccole dimensioni dei campioni, ad esempio, o a un basso "rapporto segnale-disturbo"), i risultati di una meta-analisi basata su tali studi possono in alcuni casi essere altamente significativi. Si dovrebbe notare, comunque, che alcuni ricercatori hanno messo in dubbio l'applicabilità e l'utilità delle tecniche della meta-analisi nel contesto della quantificazione degli esiti didattici, e che alcuni preferiscono contare sull'analisi narrativa tradizionale (non quantitativa), mentre altri hanno proposto tecniche alternative (vedi ad esempio, Robert E. Slavin, "Best-Evidence Synthesis: An alternative to Meta-Analytic and traditional Reviews" in *evaluation Studies Review Yearbook*, Vol. 12, ed. William

- R. Shadish e Charles S. Reichart (London: Sage Publication, 1988)) per l'astrazione quantitativa di risultati desunti da studi multipli.
157. Abbiamo incluso in questa categoria delle applicazioni descritte come sia "drill-and-tutorial", "istruzione assistita dal computer", "istruzione arricchita dal computer" o "istruzione gestita dal computer" in James A. Kulik, "Meta-Analytic Studies of Finding on Computer-based Instruction", in *Technology Assessment in Education and Training*, ed. Eva L. Baker e Howard F. O'Neil, Jr. (Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1994), Tavola 1.1, p. 12 da cui questi dati sono stati desunti.
158. Barbara Means e Kerry Olson, "Technology's Role in Education reform", rapporto per il US Department of Education, Office of Educational Research and Improvement (Washington, D.C.: settembre, 1995).
159. Kulik, "Meta-Analytic Studies".
160. Adattato da Kulik, "Meta-Analytic Studies", Tavola 1.1, p. 12.
161. Dimensione dell'effetto Mean Glass, come definito nella nota 156.
162. S.S. Hartley, "Meta-Analysis of the effects of individually paced Instruction in Mathematics", *Dissertation Abstracts International*, 38 (7-A), 4003 (University Microfilms No. 77-29, 926, 1978).
163. P. K. Burns e W. C. Boseman, "Computer-assisted instruction and mathematics achievement: is there a relationship?" *Educational Technology* 21 (1981), pp. 32-39.
164. Robert L. Bangert-Drowns, James A. Kulik e Chen-Lin Kulik, "Effectiveness of computer-based instruction 12 (1985), pp. 59-68, come aggiornato in Chen-Lin Kulik e James A. Kulik, "Effectiveness of computer-based instruction: An updated analysis", *Computers in human behavior* 7 (1991), pp. 75-94.
165. Chen-Lin Kulik e James A. Kulik e Robert L. Bangert-Drowns, "Effectiveness of Mastery Learning Programs: A Meta-Analysis, *Review of Educational Research* 60 (1990), pp. 265-299, come aggiornato in Kulik e Kulik, "Effectiveness of Computer -Based Instruction" pp. 75-94.
166. Si dovrebbe anche notare che gran parte della ricerca riassunta qui era basata su applicazioni di solo testo eseguite su ricchi sistemi di minicomputer. Le generalizzazioni sull'ambiente informatizzato contemporaneo basato sui PC in rete con notevoli capacità grafiche, devono essere fatte con cautela.
167. La distinzione che stiamo delineando qui è tra una conoscenza dichiarativa (ad esempio il fatto che il quadrato di un numero negativo reale è sempre positivo) e una conoscenza procedurale (un algoritmo per mettere in ordine alfabetico una lista di parole, ad esempio, o una strategia per attaccare un complesso problema risolvendo prima un problema connesso più semplice).

168. Infatti, la diffusa accettazione attuale del dogma centrale del costruttivismo all'interno del movimento di riforma didattica, combinata al fatto che la pratica costruttivista sembra scaturire in maniera naturale da un corpo ben solido di teorie scientifiche sottostanti, dovrebbe forse condurci ad essere eccezionalmente vigili nei confronti di un approccio ideologico a priori (piuttosto che scientifico) alla valutazione delle applicazioni didattiche della tecnologia.
169. Considerato il fatto che gli studenti coinvolti nel programma Jasper avevano meno tempo a disposizione per le lezioni di matematica di base, il conseguimento della parità in tale situazione è di per sé degno di nota.
170. Cognition and Technology Group all'Università Vanderbilt, "The Jasper series as an example of anchored instruction: theory, program Description, and Assessment Data", *Educational Psychologists* 27 (1992), pp 291-315.
171. Vedi, ad esempio, C. M. Gardner, P. E. Simmons, e R. D. Simpson, "The Effects of CAI and Hands-on Activities on Elementary Students attitudes and Weather Knowledge" *School Science and Mathematics* 92 (1992), pp 334-336; e Bangert-Drowns, "The Word Processor as an Instructional Tool", pp. 69-93.
172. Vedi ad esempio Margaret Riel, "Cooperative Learning Accross Classrooms in Electronic Learning Circles", *Instructional Science* 19 (1990), pp. 445-466.
173. Benché raggruppati in un diverso contesto (la formazione del personale militare statunitense), un corpo sostanzioso di dati empirici connessi all'efficacia dell'apprendimento informatizzato basato sulla simulazione, è riassunto in Jesse Orlansky, Carl J. Dahlman, Colin P; Hammon, John Metzko, Henry L. Taylor, e Christine Youngblut, "The value of simulation for training", IDA Paper P-2982 (Alexandria, VA: the Institute for Defense Analysis, september 1994).
174. Jan Hawkins, "Dilemmas", in *Education and Technology: Reflections on Computing in classrooms*, ed. Charles Fisher, David C. Dwyer, e Keith Yocam (San Francisco, CA: Jossey-Bass, 1996).
175. L'importanza del supporto della comunità per i parametri che saranno utilizzati per valutare gli esiti della classe, viene illustrata dal caso della Belridge School in McKittrick, CA, che ha investito in maniera sostanziosa nell'acquisizione della tecnologia da utilizzare in un programma K-8 orientato in senso costruttivista mirato principalmente allo sviluppo di competenze di pensiero di ordine più alto mediante il coinvolgimento in numerosi compiti impegnativi e "autentici". Benché il programma non fosse progettato con l'intento di accrescere i voti dei test standard, i genitori erano alterati quando la media dei voti del test Iowa sulle competenze di base non erano riusciti a crescere dopo il primo anno di

programma, e hanno picchettato la scuola richiedendo che i programmi fossero interrotti in favore di un "ritorno ai programmi tradizionali".

176. Gli esempi che non sono discussi in questa sottosezione, comprendono ulteriori studi sul modo con cui il computer viene attualmente utilizzato nelle scuole americane; la ricerca sulle tecniche (comprese quelle basate sulla tecnologia) per la preparazione degli insegnanti ad applicare la tecnologia in maniera efficace all'interno delle classi; le indagini su vari argomenti che rientrano nel campo dell'economia didattica; e numerosi aspetti della ricerca didattica che, benché non riguardino direttamente l'uso del computer o delle reti, sono tuttavia rilevanti per un utilizzo efficace della tecnologia all'interno dei curricula.
177. Infatti la tendenza a vedere la tecnologia come uno strumento per la realizzazione di una riforma didattica più vasta, rende difficile separare la ricerca sulla educational technology dalla ricerca su altri aspetti della didattica. Il nostro interesse nel presente paragrafo si estenderà pertanto inevitabilmente oltre i confini della educational technology di per sé, per trattare numerosi aspetti della ricerca didattica in generale.
178. Durante gli anni in questione, la NIE era la principale agenzia del governo federale per la ricerca didattica.
179. Basato sui dati del US General Accounting Office, Education Information: Changes in Funds and Priorities have affected Production and Quality (Washington DC, novembre 1987), p. 69, come viene riportato nel National Academy for Education, Research and the Renewal of Education (Stanford, CA; National Academy of Education, 1991), pp. 15-16.
180. National Academy of Education, Research and the Renewal of Education, pp. 24-25.
181. I possibili punti di inizio per l'organizzazione di questi controlli potrebbero essere l'Ethical Principles in the Conduct of Research with Human Participants della American Psychological Association (Washington DC: American Psychological Association, 1982), che infatti è molto simile, per certi aspetti, a quelli applicati negli esperimenti del FDA.
182. Questa raccomandazione, comunque, viene suggerita sull'assunto che tale ricerca ulteriore verrebbe finanziata mediante un corrispondente aumento nel generale budget della NSF, e non graverebbe sui costi di altri importanti programmi di ricerca che sono ora supportati dalla Fondazione.
183. Certi tipi di ricerca sull'applicazione della tecnologia a materie diverse rispetto a scienza e a matematica, ad esempio, rientrano più chiaramente all'interno dell'ambito dell' OERI piuttosto che in quello di NSF. Come si sottolinea nella

sezione 4.6 e 8.3, la necessità di ulteriore lavoro in queste aree è al momento particolarmente urgente.

184. Fortunatamente, è stata data particolare attenzione negli ultimi anni al rafforzamento del OERI, sia da parte di gruppi illustri di esperti esterni e allo stesso interno del Department of Education stesso. A questo riguardo, vale la pena notare che la Commissione appoggia le raccomandazioni del National Research Council Committee sul Federal Role in Education Research (Richard C. Atkinson e Gregg B. Jackson, eds., *Research and Educational Reform: Roles for the Office of Educational Research and Improvement* (Washington, DC: National Research Council, 1992) e un gran numero di proposte fatte dalla National Academy of Education (National Academy of Education, *Research and the Renewal of Education*).
185. Professor Christopher Dede, affermazione scritta sottoposta alla Commissione PCAST sulla Educational Technology, 1995, p. 2.
186. Ufficio Esecutivo del Presidente, "The President's Educational Technology Initiative", 1996. Vedi anche US Department of Education, *Getting America's Students Ready for the 21st Century: Meeting the Technology Literacy Challenge* (Washington DC, giugno 1996)
187. Altri partecipanti in un tipico consorzio possono essere creatori di hardware e software, aziende di telecomunicazioni, biblioteche, musei, centri pubblici, agenzie statali di didattica, college e università produttori dello spettacolo, imprenditori locali. Nel 1995 ognuno dei consorzi riscontrati aveva una media di 20 partners analoghi.
188. Infatti il numero effettivo era in eccesso mediamente del 75 %, durante il primo anno di operatività del programma.
189. A parte i costi associati al fatto di non aver potuto sfruttare gli sforzi di un maggior numero di comunità il grado di finanziamento insolitamente basso di questo programma, implica una insolitamente grande quantità di tempo da dedicare alla compilazione dei moduli di richiesta di sovvenzioni che poi si dimostrerà inefficace. Questo effetto può essere mitigato parzialmente da un numero sostanzioso di consorzi candidati i quali, secondo l'aneddotica, hanno continuato a lavorare per l'utilizzo della tecnologia all'interno delle loro rispettive comunità anche dopo non essere riusciti ad assicurarsi il supporto federale. Sarebbe però spiacevole se le ristrettezze di budget dovessero sfociare nel finanziamento di una percentuale così piccola di tutti i candidati, cosicché il processo di selezione assumerebbe l'aspetto di una lotteria.

190. Executive Office of the President, " America's technology Literacy Challenge", 1996. Vedi anche US Department of Education, Getting America's Students Ready.
191. Mentre i programmi misti di questo tipo sono attraenti in quanto forniscono un meccanismo per utilizzare dollari federali per far leva sulle risorse mobilitate dalle comunità locali per risolvere necessità percepite localmente, è importante che si considerino anche le esigenze delle comunità economicamente svantaggiate, le cui necessità potrebbero essere particolarmente urgenti , ma che potrebbero avere difficoltà a realizzare tali programmi, anche con contributi in natura.
192. Legge Pubblica 104-104, 110 Stat. 56, 1996.
193. Mentre il decreto non autorizza, in realtà alcuna spesa diretta supplementare sulla Educational Technology, noi l'abbiamo inclusa in questa sezione in quanto la fornitura universale di accesso ha essenzialmente lo stesso effetto economico di una tassa propria dell'industria il cui reddito è mirato (tra le altre cose) verso il finanziamento dei costi di reti didattiche, come viene discusso nella nota 195.
194. Il decreto ha fornito indicazioni affinché la FCC nomini un Joint Board composto da tre commissari FCC, quattro commissari statali per l'Utilità Pubblica, e un rappresentante per i consumatori, per consigliare la Commissione su come questi elementi di servizio universali dovrebbero essere trattati, compresi quelli importanti per le scuole K-12. Le raccomandazioni della Joint Board furono inviate nel novembre 1996, mentre il completamento del procedimento del FCC per l'attuazione di queste raccomandazioni dovrebbe venire completato entro l'8 maggio 1997.
195. In linea ideale, la Commissione raccomanderebbe che i finanziamenti richiesti per collegare le scuole americane a Internet provenissero non da sussidi incrociati propri dell'industria, bensì dagli introiti federali. Infatti dal punto di vista della teoria economica, i fondi per l'accesso universale potrebbero essere considerati finanziati da una tassa selettiva sull'applicazione (o sull'uso) delle tecnologie delle telecomunicazioni, il che in via di principio potrebbe essere un po' controproducente rispetto all'obiettivo di una competitività nazionale nell'ambito di una economia globale sempre più tecnologizzata. Dato un panorama politico in cui un finanziamento diretto di questo ordine di grandezza sembra improbabile, la commissione ritiene comunque il meccanismo di finanziamento specificato nel Decreto sulle Telecomunicazioni del 1996, come un espediente accettabile, e approva fortemente il suo utilizzo per fornire la connessione alle scuole americane.

196. Federal Communications Commission, , Notice of Proposed Rulemaking:
NII/SUPERNet a 5 Gz, ET Docket N° 96-102, FCC96-193, 1996
197. Tech Corps, <http://www.ustc.org>, 1996
198. Netday96, <http://www.netday96.com>, 1996