

Tecnologie per apprendere. Quale il ruolo dell'Evidence Based Education?

(lavoro in corso di pubblicazione)

Antonio Calvani,

Università degli Studi di Firenze, antonio.calvani@unifi.it

Giuliano Vivanet¹

Università degli Studi di Cagliari, giuliano.vivanet@unica.it

Sommario

Se ci chiediamo se le tecnologie migliorino gli apprendimenti, la ricerca *evidence-based* ci fornisce ormai un corpus consistente di sintesi di conoscenza, ottenute prevalentemente attraverso comparazioni sistematiche tra indagini sperimentali. Nella prima parte del lavoro, si presenta lo stato dell'arte in ottica evidence based sull'efficacia delle tecnologie sugli apprendimenti scolastici (K-12), sull'e-learning/blended learning, sulla lettura digitale e sulla LIM e si sottolinea il contrasto tra tali dati e la “retorica” che accompagna da tempo l'innovazione tecnologica nella scuola. Nella seconda parte del lavoro, si sottolinea come una valutazione basata sulla evidenza, se necessaria, non rappresenta però una condizione sufficiente per le decisioni da assumere sull'innovazione tecnologica nella scuola. Le tecnologie hanno implicazioni pluridimensionali e per una loro corretta collocazione nella scuola occorre anche considerare potenzialità inesprese e integrare le informazioni *evidence-based* con altri criteri di valutazione, ispirati a motivi di utilità o di natura squisitamente etica e valoriale.

Abstract

If we ask ourselves if technology improve learning, the evidence-based research provides us with a substantial body of knowledge, mainly derived from systematic comparisons of experimental designs. In the first part of the paper, the state-of-the-art about evidence on the effectiveness of educational technology, e-learning/blended learning, digital reading, and interactive whiteboards at school (K-12), is introduced underlining the contrast between these data and the rhetoric that accompanies discussion about technological innovation in the school. In the second part, it is highlighted that an evaluation merely based on evidence, though necessary, is not, however, a sufficient condition for decision making about technological innovation in the school. The introduction of technology has different kind of implications; it requires a careful consideration of untapped potential, and involves evidence-

¹ All'interno di una impostazione condivisa, di A. Calvani sono i par.1; 3.1; 3.4; 3.5; 3.6; 4 e di G. Vivanet i par. 2; 2.1; 2.2; 2.3; 3.2; 3.3. Il contributo di G. Vivanet alla presente pubblicazione è stato prodotto durante l'attività di ricerca finanziata con le risorse del P.O.R. SARDEGNA F.S.E. 2007-2013 - Obiettivo competitività regionale e occupazione, Asse IV Capitale umano, Linea di Attività I.3.1 “Avviso di chiamata per il finanziamento di Assegni di Ricerca”.

based information with other evaluation criteria, related to reasons of utility or ethical issues and values.

Parole chiave: tecnologie didattiche, apprendimento, educazione basata su prove di efficacia, scuola.

Keywords: educational technology, learning, evidence based education, school.

1. Premessa

Perché usare le tecnologie nella scuola? Le tecnologie servono a migliorare gli apprendimenti? Questi interrogativi si ripropongono sistematicamente ormai da oltre trent'anni. A fronte del fatto che questioni di così grande rilevanza sono per lo più lasciate alla pubblicistica commerciale o alla retorica istituzionale con effetti ricorrenti di *moral panic*², la ricerca ha l'obbligo di impegnarsi per favorire una migliore consapevolezza critica mettendo a nudo il manto di retorica, di determinismo e di esuberante autoreferenzialità che caratterizza l'innovazione tecnologica.

Le scelte educative, in particolare quando implicano impiego di considerevoli risorse umane e finanziarie, come nel caso delle tecnologie, necessitano di motivazioni fondate (sperimentalmente, metodologicamente o eticamente) nel contesto di finalità educative consapevolmente definite (Calvani, 2009). Per una valutazione accorta è necessario *in primis* avvalersi dei metodi propri della indagine sperimentale in modo che le decisioni possano essere assunte, come si usa ormai dire "informate da evidenza": le evidenze scientifiche sono infatti in grado di mostrarci cosa è già accaduto in situazioni comparabili e, dunque, anche i rischi che occorre evitare, arricchendo il grado di consapevolezza della scelta (Calvani, 2012).

Tuttavia bisogna anche riconoscere che esse non sono in grado di "dettare" le decisioni future. Quando si passa dalle evidenze alle scelte operative bisogna condurre un'analisi più articolata. Nel caso specifico dell'impiego delle tecnologie per gli apprendimenti scolastici vanno considerati anche contesti e potenzialità che non rientrano nell'ambito della logica della comparazione sperimentale; su un altro piano si collocano i vantaggi operativi che le tecnologie possono in molteplici forme offrire al contesto didattico, mentre, in senso più generale, non dovrebbe essere trascurato il loro ruolo in qualità di fattori di stimolo, opportunità per ripensare i modelli esistenti, riflettere e prospettare nuovi scenari educativi.

Nella prima parte di questo lavoro cercheremo di fare il punto sullo stato dell'arte in un'ottica *evidence-based* sulla efficacia delle tecnologie a scuola soffermandoci su alcuni degli aspetti di maggior interesse nel dibattito educativo attuale (fascia K-12, *online education*, LIM e *tablet*). Per una visione di sintesi privilegeremo meta-analisi (*meta-analysis*), in particolare di secondo ordine, quando disponibili.³ Come tipico in questi studi, si farà riferimento a un

² Il *moral panic* si riferisce al fatto che intorno a un problema sociale si possa alimentare un livello di preoccupazione che va oltre il suo peso reale.

³ Una meta-analisi è una tecnica standardizzata di comparazione che consente di sintetizzare i risultati di singole ricerche, dette studi primari (*cf.* Glass, 1976), tipicamente ricerche sperimentali (del tipo *randomized controlled*

indice di *effect size* (ES), in altre parole un indice standardizzato di misura di efficacia (più alto sarà il suo valore, più alta si presumerà essere stata l'efficacia).

Nella seconda parte mostreremo come le acquisizioni *evidence-based* possano essere impiegate sotto forma di suggerimento a valorizzare gli spazi che risultano più promettenti e come del resto le decisioni sull'innovazione tecnologica possano e debbano andare anche oltre una logica *evidence-based*, integrandosi con altri ordini di considerazione e criteri di valutazione (*criterion* e *value based*).

2. Efficacia dell'apprendimento con le tecnologie: cosa sappiamo

L'*evidence-based education* (EBE), quale orientamento impegnato nella elaborazione, raccolta e diffusione di conoscenze affidabili circa l'efficacia di differenti opzioni didattiche (*cfr.* Calvani e Vivonet, 2014; Vivonet, 2014a), ha prodotto negli ultimi anni una vasta letteratura sull'impatto delle tecnologie nei contesti di istruzione (Sivin-Kachala e Bialo, 1994; Schacter, 1999; Kulik, 2003; Noeth e Volkov, 2004).⁴

Parte della letteratura prodotta negli scorsi decenni mostra come esse abbiano un effetto sostanzialmente irrilevante nel migliorare i risultati di apprendimento, posizioni spesso riconosciutesi nell'affermazione "*no significant difference*" (*cfr.* Fabos e Young, 1999; Russell, 1999).

Negli anni più recenti, uno dei lavori che maggiormente ha avuto risalto nella letteratura EBE è la vastissima meta-analisi di secondo ordine condotta da Hattie (2009), il quale ha sintetizzato i dati provenienti da oltre ottocento altre meta-analisi con l'obiettivo di individuare i fattori (suddivisi in sei categorie: lo studente; l'ambiente domestico; l'ambiente scolastico; l'insegnante; il curriculum; e l'insegnamento) che influenzano i risultati degli studenti in età scolastica.

Uno dei primi elementi che emerge in questa indagine è la ridotta influenza positiva, fatta eccezione per i metodi video interattivi, prodotta da fattori riconducibili direttamente all'impiego di tecnologie didattiche (**tab. 1**); si consideri che il valore di influenza stimato da Hattie (2009) oltre il quale si può parlare di ES rilevante è pari a 0.40.

Posizione (x su 138)	Fattore	N. meta-analisi	N. studi	N. soggetti	ES
44°	Metodi video interattivi	6	441	4.800	0.52
71°	Istruzione assistita da computer	81	4.875	3.990.028	0.37
82°	Simulazioni	9	361	n.a.	0.33
95°	Istruzione programmata	7	464	n.a.	0.24
104°	Metodi audio-visivi	6	359	2.760	0.22

trial - RCT) o quasi-esperimenti controllati. Una meta-analisi di secondo ordine sintetizza i risultati provenienti da un insieme di meta-analisi su un dato argomento (*cfr.* Hunter & Schmidt, 2004), in altre parole può essere definita una meta-analisi di meta-analisi.

⁴ La letteratura EBE disponibile è di un'ampiezza tale che richiederebbe un'analisi che va oltre i limiti del presente contributo. Ai fini di quest'ultimo, si è compiuta una ricerca indirizzata a meta-analisi o vaste ricerche sperimentali sul tema tramite Google, Google Scholar e le banche dati di ERIC, del What Works Clearinghouse, dell'EPPI-Centre, e dell'Education Endowment Foundation.

112°	Apprendimento basato su Web	3	45	22.554	0.18
126°	Formazione a distanza	13	839	4.024.638	0.09

Tabella 1. Sintesi dei valori di ES riconducibili alle tecnologie didattiche in Hattie (2009).

Si nota come i metodi video interattivi mostrano le evidenze di efficacia maggiori (*interactive video methods*, ES 0.52 con range di variazione 0.41 - 0.65); seguiti dall'istruzione assistita da computer (*computer assisted instruction CAI*, ES 0.37 con range 0.08 - 1.05) e dalle simulazioni (*simulations*, ES 0.33 con range 0.20 - 0.43) (cfr. Landriscina, 2013). Risultati di efficacia sensibilmente inferiori si registrano per l'istruzione programmata (*programmed instruction*, ES 0.24 con range 0.08 - 0.43); i metodi audio-visivi (*audio-visual methods*, ES 0.22 con range 0.02 - 0.71); l'apprendimento basato sul Web (*web-based learning*, ES 0.18 con range 0.14 - 0.24) e la formazione a distanza (*distance education*, ES 0.09 con range 0.02 - 0.37).

Sostanzialmente in linea con i dati derivanti da Hattie, appaiono le conclusioni tratte da Tamim e colleghi (2011) che hanno condotto una meta-analisi di secondo ordine sull'impatto delle tecnologie (escluse esperienze di *online learning*, poiché già trattate in differenti studi, citati nel seguito di questo contributo) sui risultati di apprendimento nelle fasce di istruzione primaria, secondaria e post-secondaria. In essa, sono state incluse 25 meta-analisi (per un totale di 1.055 studi primari e oltre 100.000 studenti), pubblicate tra il 1988 e il 2007, in cui sono messi a confronto esperienze didattiche supportate da tecnologie (quali *word processor*, sistemi CAI, simulazioni, ipermedia) con attività didattiche svolte in classe che non prevedono un supporto tecnologico. Il valore medio di ES derivante da tale sintesi è pari a 0.35 ($p < .01$). Risulta, inoltre, essere significativa l'influenza di due variabili moderatrici: il tipo di impiego della tecnologie (come istruzione diretta o supporto didattico) e il grado di istruzione. Più in dettaglio, risulta un ES pari a 0.42 in caso di tecnologie impiegate come supporto didattico (contro lo 0.31 dell'istruzione diretta) e pari a 0.40 per la fascia K-12 (contro un 0.29 nella fascia post secondaria).

Una ulteriore sintesi di conoscenze sull'efficacia didattica delle tecnologie in contesti scolastici è stata prodotta da Higgins, Xiao e Katsipataki (2012), per conto dell'Education Endowment Foundation (EEF). Gli autori hanno analizzato 48 meta-analisi che, a loro volta, sintetizzano studi primari sperimentali e quasi-sperimentali (condotti tra il 1990 e il 2012) in cui sono coinvolti studenti tra i 5 e i 18 anni di età. Secondo tale studio, l'impatto delle tecnologie digitali sui processi di apprendimento sarebbe pari a un ES tra lo 0.30 e 0.40 con una variabilità piuttosto ampia.

L'Education Endowment Foundation (EEF), riprendendo il lavoro di Higgins e colleghi, integra i dati disponibili con ulteriori studi (tab. 2) in accordo ai quali ci sarebbero evidenze estese circa il fatto che le tecnologie digitali, nella formazione primaria e secondaria, avrebbero un'efficacia media moderata, pari a un ES di 0.28 (a fronte di un elevato costo di implementazione) (Higgins *et al.*, 2014). In aggiunta, l'EEF sottolinea l'impatto positivo delle tecnologie digitali sulla motivazione, sullo sviluppo di forme originali di interazione e modalità di insegnamento-apprendimento (ad es. fornendo un feedback più efficace e consentendo forme di rappresentazione differenti). Differentemente da quanto riscontrato da Hattie (2009), vi sarebbe, inoltre, una incidenza dovuta all'evoluzione nel tempo delle tecnologie.

Fonte	Ambito	ES
Bayraktar (2000)	Confronto sistemi <i>computer-assisted</i>	0.27

	<i>instruction</i> (CAI) vs insegnamento tradizionale nell'educazione scientifica.	
Camnalbur e Erdogan (2010)	Confronto sistemi CAI vs insegnamento tradizionale (in Turchia).	1.05
Cheung e Slavin (2013)	Analisi di sistemi <i>computer-managed learning</i> (CML), <i>comprehensive models</i> e <i>supplemental CAI technology</i> nell'apprendimento della matematica, nella fascia K-12.	0.15
Christmann e Badgett (2003)	Confronto sistemi CAI vs insegnamento tradizionale, nella formazione primaria.	0.34
Li e Ma (2010)	Effetto di <i>computer technology</i> (CT) sull'apprendimento della matematica.	0.71
Liao e Chen (2007)	Confronto di <i>computer simulation instruction</i> (CSI) vs insegnamento tradizionale in Taiwan.	0.54
Pearson <i>et al.</i> (2005)	Effetto delle tecnologie digitali sulle competenze di lettura.	0.49
Sandy-Hanson (2006)	Confronto di <i>computer technology</i> vs insegnamento tradizionale, su diverse dimensioni dei processi di apprendimento.	0.28
Tamim <i>et al.</i> (2011)	Meta-analisi di secondo ordine su <i>computer technology</i> vs insegnamento tradizionale, su diverse dimensioni dei processi di apprendimento.	0.35
Torgeson e Elbourne (2002)	Effetto delle ICT sulle competenze ortografiche.	0.37
Torgeson e Zhu (2003)	Effetto delle ICT sulle competenze dell'alfabetizzazione di base nella lingua inglese, fascia 5-16 anni.	Lettura -0.05 Scrittura 0.89 Ortografia 0.02
Waxman, Lin e Michko (2003)	Confronto tra insegnamento supportato da tecnologie e insegnamento tradizionale su obiettivi di apprendimento cognitivi, affettivi e comportamentali.	Cognitivi 0.44 Affettivi 0.46 Comportamentali -0.09
Indice sintetico indicativo		0.28

Tabella 2. Studi inclusi nelle meta-analisi dell'Education Endowment Foundation (Higgins *et al.*, 2014).

2.1 Online learning

L'efficacia didattica dei percorsi di apprendimento in Rete rappresenta uno dei temi più frequenti della ricerca pedagogica sperimentale degli ultimi anni. Se, infatti, in Italia le proposte di istruzione a distanza in ambito scolastico sono assai limitate, in altri paesi il tasso di crescita dell'*online learning* sta assumendo dimensioni sempre più rilevanti.⁵

Nonostante ciò, dobbiamo rilevare due elementi di cui bisogna tener conto: da un lato, una certa debolezza della letteratura di settore, in ragione della ridotta consistenza di evidenze

⁵ I più recenti dati disponibili, riferibili agli Stati Uniti, ad esempio, indicano un incremento della percentuale di distretti scolastici pubblici in cui gli studenti sono impegnati in percorsi formativi a distanza dal 36% del 2002-2003 al 55% del 2009-2012 (in numero assoluto, nello stesso arco temporale, da 317.070 a 1.816.390 - *cfr.* US DoE, 2012; Allen e Seaman, 2013).

rigorose disponibili e, dall'altro, l'assoluta prevalenza di studi incentrati su esperienze didattiche riferibili all'alta formazione o alla formazione professionale (quella medica in misura più netta), piuttosto che al contesto scolastico.

Tra gli studi disponibili, la già citata ricerca di Hattie (2009) ha analizzato esperienze di apprendimento basato sul Web (ES 0.18) e di formazione a distanza (ES 0.09). Entrambe, come si nota, hanno mostrato valori di efficacia pressoché irrilevanti. Tuttavia, bisogna considerare che, con riferimento alle esperienze di apprendimento basato su Web, Hattie stesso sottolinea la necessità di studi più estesi, in ragione della scarsa base dati a lui disponibile al tempo (limitata a tre meta-analisi) e della elevata variabilità dei risultati. Relativamente, invece, alle esperienze di formazione a distanza, va sottolineata la variegata tipologia di studi inclusi e l'ambito temporale, circoscritto al periodo compreso tra il 1999 e il 2006 (*cfr.* Vivinet, 2014b), oltre al fatto che parte delle meta-analisi citate riguarda l'istruzione post-secondaria e non la scuola.

Una delle più rilevanti iniziative volte a ottenere conoscenze attendibili sul tema è quella intrapresa dal Dipartimento dell'Educazione statunitense il quale, assumendo la prospettiva dell'EBE (*cfr.* U.S. DoE, 2013), si è impegnato negli ultimi anni in diverse attività di ricerca e disseminazione di cui uno dei più rilevanti prodotti è la meta-analisi condotta sulla letteratura pubblicata tra il 1996 e il 2008 sull'*online learning* (US DoE, 2010). In essa, sono stati identificati oltre un migliaio di studi e, tra questi, sono stati selezionati quelli in cui: (i) sono a confronto percorsi *online* vs in presenza; (ii) sono misurati i risultati di apprendimento degli studenti; (iii) sono adottati protocolli di ricerca rigorosi (esclusivamente studi RCT o quasi-esperimenti controllati); e (iv) sono fornite informazioni sufficienti e adeguate per il calcolo dell'ES.

Qui emerge che gli studenti che hanno frequentato corsi a distanza (ES 0.20) hanno avuto risultati mediamente poco superiori rispetto a chi ha partecipato a corsi in presenza (ES 0.05). Valori più elevati di efficacia sono stati registrati nelle ricerche in cui sono messi a confronto interventi ibridi o *blended* (ES 0.35), in altre parole esperienze didattiche caratterizzate dalla integrazione di momenti a distanza e in presenza. La meta-analisi mette, inoltre, in evidenza l'importanza del ruolo-guida del docente (ES 0.39) e la maggiore efficacia delle strategie collaborative nell'*online learning* (0.25) rispetto a quelle di studio individuale (ES 0.05). In aggiunta, si nota che la variabile "tempo impegnato nello svolgimento delle attività" è l'unica altra variabile moderatrice statisticamente significativa, oltre alla citata condizione *blended*, con valore di ES pari a 0.46 nei corsi online (rispetto allo 0.19 associato alla variabile tempo nei corsi in presenza). Nessun'altra delle variabili moderatrici indagate (tipo di studenti, periodo temporale degli studi, ambito disciplinare) è risultata avere un impatto statisticamente significativo.

Per una più consapevole interpretazione di tali dati, bisogna tuttavia sottolineare due fattori. Il primo deriva dal fatto che le esperienze didattiche *blended* considerate prevedevano tipicamente un'offerta didattica più ricca (es. maggiori attività e materiali didattici) rispetto a quelle in presenza; in ragione di ciò, è possibile ipotizzare che i risultati di efficacia più elevati registrati nelle situazioni *blended* siano in realtà attribuibili a tali condizioni, piuttosto che alla modalità ibrida in sé. Il secondo deriva dal fatto che solo cinque della totalità di studi considerati è riferibile direttamente a contesti scolastici (le altre ricerche sono state condotte nell'alta formazione e in quella professionale); in considerazione di ciò, occorre usare grande

cautela nel generalizzare simili risultati per la fascia K-12.⁶ Per quanto, come detto, il tipo di studente non è risultato essere una variabile moderatrice significativa, si riporta, a titolo informativo, che il valore di ES medio risultante dal sotto-insieme di ricerche in contesti scolastici (tab 3) è pari a 0.17.

Fonte	Ambito	ES
Long e Jennings (2005)	Due studi: un RCT (<i>wave 1</i>) su un corso sulla schiavitù basato su attività interattive <i>online</i> e un quasi-esperimento (<i>wave 2</i>).	0.03 (<i>wave 1</i>) 0.55 (<i>wave 2</i>)
Rockman <i>et al.</i> (2007)	Corso di spagnolo con studenti del settimo e ottavo grado (quasi-esperimento).	-0.15 (comprensione orale e scritta) - 0.24 abilità di scrittura
O'Dwyer, Carey e Kleiman (2007)	Corso <i>online</i> Louisiana Algebra I (quasi-esperimento).	0.37
Sun, Lin e Yu (2008)	Laboratorio virtuale di scienze con studenti del quinto grado in Taiwan (quasi-esperimento).	0.26
Englert <i>et al.</i> (2007).	Corso di scrittura basato sul Web con studenti con bisogni educativi speciali della scuola elementare (quasi-esperimento).	0.74

Tabella 3. Studi inclusi nella meta-analisi del US DoE (2010) relativi alla fascia scolastica.

Nonostante, dunque, l'interesse della letteratura, i risultati disponibili a oggi non appaiono sufficienti a far emergere evidenze decisive (*cf.* Bernard *et al.*, 2004; Zhao *et al.*, 2005; Patrick e Powell, 2009; Cavanaugh, 2010; Bernard *et al.*, 2014; Schmid *et al.*, 2014).

Bisogna però a questo riguardo considerare che la *no significant difference*, tendenzialmente prevalente in questo genere di comparazioni, non necessariamente assume una valenza negativa; se, ad esempio, un'attività a distanza si può realizzare con lo stesso risultato in termini di apprendimento che in presenza, appare del tutto ragionevole convenire che la soluzione e-learning è preferibile, in virtù di altri fattori (risparmio di tempo, costi, customizzazione, che sono i driver che hanno giustificato il crescente successo dell'e-learning negli ultimi anni) (CrossKnowledge, 2012).

2.2 Libri e lettura digitale

Altro tema di particolare interesse è l'efficacia dei libri digitali per migliorare i risultati di apprendimento (si pensi alla loro recente introduzione nella normativa italiana sulla scuola - D.M. n. 781 del 27/09/2013). Al riguardo, nonostante un crescente interesse sul tema (*cf.* OECD, 2011), bisogna segnalare la notevole limitatezza della letteratura, mancando sintesi di conoscenza sufficientemente ampie e rigorose in cui si mettano a confronto esperienze didattiche supportate da libri digitali con altre basate sull'utilizzo di testi stampati. Bisogna, dunque, fare affidamento alle ricerche disponibili con la necessaria cautela.

Inoltre, l'introduzione dei libri digitali nella scuola pare essere stata accompagnata da maggiore attenzione per le questioni commerciali, di diritto d'autore, e tecniche coinvolte (ad es. formati, usabilità, accessibilità), piuttosto che per i riflessi sulla didattica e i risultati di

⁶ Per un'analisi critica del report si rimanda alle fonti in bibliografia (Jaggars e Bailey, 2010; Mathis e Welner, 2010).

apprendimento. Un ulteriore elemento che merita di essere sottolineato è, anche in questo caso, la notevole ambiguità terminologica, tale per cui non è chiaramente condiviso il significato di libro digitale, con ovvie ripercussioni negative sulla comparabilità delle (limitate) ricerche sul tema.⁷

Analizzando la letteratura disponibile, si evidenzia che una parte consistente di essa è relativa alla fascia di formazione primaria ed è incentrata sugli effetti sulla motivazione alla lettura, le competenze stesse di lettura e quelle di comprensione dei testi (*cf.* NRP, 2000; Grimshaw *et al.*, 2007; Pearman, 2008; Korat, 2010; Pearman e Chang, 2010).

Una revisione degli studi disponibili è stata condotta da Zuker, Moody e McKenna (2009) al fine di ottenere una sintesi delle conoscenze sull'efficacia degli *e-book*, a confronto con libri stampati, nella promozione delle competenze di alfabetizzazione di base nella fascia K-5. Sette studi del tipo RCT, condotti tra il 1997 e il 2007, sono stati sottoposti a meta-analisi e ulteriori venti quasi-esperimenti o indagini interpretative a revisione narrativa. I risultati ottenuti, tuttavia, non conducono a risposte univoche, in quanto l'uso degli *e-book* avrebbe un effetto sulla comprensione da piccolo a medio (secondo l'indice di ES di Cohen, 1988), e da nullo a piccolo sulle cosiddette *print skills* (termine sotto cui si ricomprendono diverse competenze alla base della capacità di lettura, quali il riconoscimento di lettere e parole, le capacità di *spelling*, la conoscenza dei fonemi, e così via), mentre la limitatezza dei dati disponibili non ha consentito di stimare valori di ES per le capacità di decodifica dei testi.

Se è vero che la letteratura disponibile non consente di esprimere evidenze a favore o contro l'uso dei libri digitali, è anche vero che dalle ricerche disponibili due elementi emergono in modo sufficientemente chiaro (*cf.* Trushell, Burrell e Maitland, 2001; De Jong e Bus, 2002; Lefever-Davis e Pearman, 2005; Shamir e Korat, 2006; Segal-Driori, Korat e Shamir, 2010): (i) l'effetto distraente generato da un eccessivo uso di elementi multimediali all'interno dei libri digitali, con effetti negativi su comprensione e apprendimento; e (ii) l'effetto positivo associato alla guida del docente nella fruizione dei libri digitali.

In particolare, il primo di tali elementi trova riscontro e, allo stesso tempo una fondata giustificazione, nella letteratura maturata intorno alla *Cognitive Load Theory* (Sweller, 1988) in cui emerge una vasta quantità di evidenze che mostrano come la lettura ipertestuale e multimediale risulti di norma meno efficace di quella tradizionale, in ragione del sovraccarico cognitivo determinato dalla molteplicità di stimoli multimediali.

Progressi della letteratura sono attesi in virtù dei recenti sviluppi delle conoscenze sui processi neurologici coinvolti nell'impiego di tecnologie (grazie anche ai mezzi di scansione oggi disponibili); così, ad esempio, abbiamo indicazioni del fatto che leggere un libro in profondità comporta significative differenze neurologiche rispetto a navigare sul web: nel primo caso si ha grande attività nelle regioni che presiedono al linguaggio, alla memoria, alla elaborazione di stimoli visivi, ma non nelle attività prefrontali che presiedono alle decisioni e risoluzioni di problemi che si attivano invece nella navigazione caratterizzata da *browsing* veloce che richiede attività mentale nella scelta dei link da seguire (Small e Vorgan 2008; Carr. 2011).

⁷ La stessa definizione di *e-book* adottata dall'OECD (2012) è piuttosto generica: “una pubblicazione della lunghezza di un libro che consiste di testo (e talvolta immagini) in formato digitale, formattato in modo da poter essere letto su schermi di dispositivi digitali, quali *e-readers*, computer e telefonini”.

2.3 Lavagne interattive multimediali

Infine, volgendo lo sguardo alle lavagne interattive multimediali (anche in questo caso, in ragione della loro sempre più diffusa presenza nelle aule scolastiche), pur non mancando alcuni riscontri positivi in termini di miglioramento degli apprendimenti nelle aree linguistiche, matematiche e scientifiche (Lopez, 2009), e al coinvolgimento degli studenti (*cf.* BECTA, 2003; Bonaiuti, 2009), allo stato attuale dobbiamo rilevare dati contrastanti (Higgins *et al.* 2005; Moss *et al.*, 2007; Somekh *et al.*, 2007; Swan, Schenker e Kratcoski, 2008; Wood e Ashfield, 2008; Torff e Tirota, 2010; Salvadori, 2012) e una letteratura sostanzialmente debole, per quantità di dati disponibili e rigore metodologico. Mancano sintesi di conoscenza ampie e rigorosamente condotte e, come evidenziato dall'analisi di Smith *et al.* (2005), la letteratura sul tema appare prevalentemente basata sulle opinioni degli insegnanti e degli studenti.

Tra le ricerche più recenti, si segnala il lavoro di Marzano e Haystead (2010) che hanno condotto uno studio biennale del tipo quasi-sperimentale con gruppi non equivalenti, finanziato da una nota casa di produzione di LIM, per la valutazione dell'effetto dell'uso della LIM sugli apprendimenti degli studenti. Da tale ricerca, è risultato un valore di ES pari a 0.37 il primo anno e a 0.34 il secondo.

Al di là di tali valori, ciò che pare emergere in questo studio è che la LIM avrebbe una maggiore efficacia didattica se inserita in contesti di istruzione tecnologicamente avanzati, ben strutturati e ben supportati, con insegnanti esperti e con alta familiarità nell'uso delle tecnologie (Calvani, 2013). Si deve, in conclusione, sottolineare la mancanza di dati sufficienti cui poter fare affidamento per offrire spunti di riflessione maggiormente fondati.

3. Oltre l'evidence-based

3.1 Qualche prima riflessione alla luce delle evidenze

Da un bilancio sommario delle ricerche considerate emerge un quadro tutt'altro che esaltante: tranne rare eccezioni l'incidenza dell'uso delle tecnologie sull'efficacia degli apprendimenti scolastici risulta assai bassa, se non irrilevante. Questi dati possono forse sorprendere i fans dell'innovazione o i *followers* del *blogging* di tendenza ma non stupiscono in realtà chi fa ricerca da tempo nel settore; sono congruenti con osservazioni sostenute sin dai primordi del computer nella scuola (Salomon, Perkins e Globerson, 1991) e con l'affermazione per cui sono le metodologie (e gli insegnanti che le impiegano), e non le tecnologie, a fare la differenza (Hattie 2009; Clark, Nguyen e Sweller, 2006).

Per quanto le interpretazioni di questo fenomeno siano ancora aperte, le spiegazioni che appaiono più ragionevoli rimandano al ruolo *distrattivo* che le tecnologie possono avere. Come sintetizza Hattie, "avere troppe attività a finalità aperta (apprendimento per scoperta, ricerche su Internet, preparare presentazioni Power Point) può rendere difficile indirizzare l'attenzione degli studenti a ciò che ha importanza - dato che essi amano esplorare i dettagli, aspetti irrilevanti e molto specifici, mentre svolgono queste attività." (2012, p.88).

Nella stessa direzione, una ulteriore conferma sperimentale viene oggi anche dalla citata *Cognitive Load Theory*, sulla cui base sono state avanzate critiche pesanti alle ingenuità di un certo costruttivismo tecnologico mostrando come la riduzione della guida istruttiva, l'uso libero delle tecnologie e la navigazione sulla Rete possano ingenerare in soggetti novizi sovraccarico e dispersione, riducendone gli apprendimenti (Mayer 2004; Clark, Nguyen, Sweller, 2006; Chen, Fan, Macredie, 2006; Kirschner, Sweller, Clark, 2006).

Alla luce di tutto ciò, la ricerca ha in primo luogo il compito di parlare chiaro al mondo delle retoriche che avvolgono l'innovazione tecnologica nella scuola (*cf.* Calvani, 2013), domandandosi se quest'ultima sia allora solo un bluff sostenuto dalle logiche del mercato o da esteriori politiche di facciata e se, data anche la situazione finanziaria in cui versa il nostro paese, abbia senso continuare a impiegare risorse finanziarie su "tecnologie per apprendere", distraendo energie fisiche e cognitive dei docenti e degli allievi da aspetti che sappiamo essere più rilevanti per l'apprendimento⁸.

A nostro avviso, una conclusione del genere implicherebbe però andare oltre ciò che la ricerca *evidence-based* può effettivamente dire. Alla mitologia della tecnologia salvifica non si dovrebbe neanche sostituire una nuova ed altrettanto pericolosa mitologia, l'idea secondo cui si disponga di una sorta di conoscenza oggettiva, incontrovertibile, da cui dovrebbero meccanicamente discendere le future decisioni. Nei confronti del *decision making* tecnologico si possono ricercare ed individuare motivazioni razionalmente ed eticamente fondate, a favore dell'introduzione di nuove tecnologie, che si dispongono su piani argomentativi diversi.

Procederemo dunque con una serie di osservazioni volte a mostrare come il mondo della decisione tecnologica sia più articolato di quanto possa apparire a prima vista e di come esso non possa solo limitarsi a tener conto delle acquisizioni *evidence-based*. L'elemento fondamentale rimane comunque l'esplicitzza delle argomentazioni e la trasparenza dei criteri assunti per valutare i risultati.

3.2 Criticità di metodo

Alla luce di quanto finora espresso, si desidera dunque sottolineare che i dati prodotti dalle diverse ricerche prodotte in seno all'EBE non possono essere correttamente interpretate in mancanza di una riflessione critica: le metodologie di cui l'EBE si avvale, in particolare le meta-analisi, non rappresentano certo un mondo privo di controversie.

Uno degli elementi critici che più risulta evidente è l'ambiguità terminologica con cui si identificano e si raggruppano tecnologie all'interno delle diverse classificazioni: sotto un medesimo fattore sono spesso compresi studi primari relativi a esperienze didattiche assai differenti le une dalle altre. Così, ad esempio, in Hattie (2009) sotto l'etichetta di metodi video interattivi sono considerati studi caratterizzati dalla combinazione di modelli CAI con l'utilizzo di video per l'insegnamento, comprendendo, inoltre, videogiochi, materiale illustrato, o altre opzioni ipermediali. Sotto il nome di CAI sono considerati, invece, differenti sperimentazioni didattiche in cui si è fatto uso di strumenti diversi (*mainframe*, *desktop* e portatili) per supportare altrettanto variegate strategie, quali *tutorial*, simulazioni, *problem solving*, e così via. Gli studi sulle simulazioni, intesi nella ricerca di Hattie quali modelli, rappresentazioni della realtà e giochi (tra cui giochi di ruolo e attività di *decision making*) in cui gli studenti sono in competizione nel raggiungimento di un qualche obiettivo in conformità a un insieme dato di regole includono esperienze didattiche assai diverse le une dalle altre per tipo di simulazione, grado di istruzione, compiti e obiettivi didattici (inoltre, alcuni degli studi primari citati non riguardano esperienze supportate da tecnologie). Una

⁸ Il problema assume rilevante significato politico. Si considerino, ad esempio, le decisioni che si impongono circa l'eventuale proseguo dell'innovazione tecnologica nel nostro paese, alla luce delle recenti esperienze ed infine il Piano Nazionale Scuola Digitale del 2007 con al suo interno quattro iniziative: Piano LIM, CI@sse 2.0, Scuol@2.0, Editoria digitale scolastica e le relative osservazioni critiche rivolte dall'OCSE (Avvisati *et al.*, 2013).

certa confusione concettuale, accompagnata da carenze metodologiche, quale fattore fortemente limitante della possibile comparabilità degli studi sulla efficacia delle simulazioni è sottolineata anche nell'analisi di Landriscina (2013).⁹

L'ambiguità terminologica si manifesta anche nelle molteplici sovrapposizioni semantiche tra aree di indagine differenti, rendendo difficile talvolta capire sulla base di quali criteri una data ricerca è stata inclusa sotto un dato fattore piuttosto che sotto uno affine. Ad esempio, gli studi sperimentali sulla formazione a distanza comprendono esperienze di istruzione televisiva, videoconferenze, e lo stesso apprendimento basato sul Web (presente quest'ultimo anche come fattore a sé stante).

Oltre a ciò, si considerino le problematiche relative alla effettiva comparabilità degli studi primari dal punto di vista metodologico (*cfr.* Wolf, 1986; Higgins e Thompson, 2002). Questi, infatti, possono essere stati condotti secondo protocolli di diverso rigore, sia sperimentali sia quasi-sperimentali, con diversa attenzione al ruolo delle possibili variabili moderatrici, coinvolgenti campioni di consistenza numerica molto differenti, e così via. Simili differenze possono dare origine a non banali problemi di interpretazione dei risultati: ad esempio, nel caso in cui uno studio molto rigoroso indichi un intervento come non efficace e più studi poco rigorosi producano esiti opposti.

Un'ulteriore possibile criticità, ben nota in questo ambito, è rappresentata da eventuali *publication bias* (bias di pubblicazione), in altre parole alle possibili distorsioni derivanti dal fatto che in letteratura tendono a essere pubblicati più facilmente gli studi che hanno prodotto effetti positivi, rispetto a quelli in cui l'impatto è stato nullo o comunque non significativo (questo porterebbe a sovrastimare gli effetti positivi di un fattore) (Rothstein, Sutton, Borenstein, 2006).

Lo stesso impiego dell'indice di ES, più volte citato in questo contributo, è un tema intorno a cui non manca la letteratura critica. Pur non essendo possibile in questa sede discutere in dettaglio quest'ultima (a tal fine, si rimanda a Coe, 2002; Schagen e Hodgen, 2009; Lipsey *et al.*, 2012), si segnala come non vi sia interpretazione uniforme del valore di ES da assumere come soglia oltre la quale considerare un effetto realmente rilevante o meno. Hattie (2009) suggerisce di identificare tale soglia nel valore di 0.40; il What Works Clearinghouse considera per i propri studi una soglia pari a 0.25 (WWC, 2008); Cohen (1988) intende 0.20 piccolo (ma non insignificante); 0.50 medio; e 0.80 grande (pur riconoscendoli come non assoluti, ma dipendenti dal contesto di ricerca); infine, Lipsey (1990) suggerisce minore di 0.32, piccolo; tra 0.33 e 0.55 medio; e maggiore di 0.56 grande,.

Un ultimo elemento a cui si desidera far cenno è l'ambito temporale degli studi primari considerati. Al riguardo, è vero che alcuni dei dati resi disponibili dallo stesso Hattie (2009) non mostrano significative differenze di ES correlate al periodo temporale. Tuttavia, non abbiamo un medesimo riscontro nelle meta-analisi dell'EEF (Higgins *et al.*, 2014) che invece rilevano valori più elevati di ES nelle indagini più recenti (dato confermato anche in Shachar e Neumann, 2010). Appare plausibile ipotizzare che l'evoluzione delle strategie didattiche supportate dalle tecnologie più recenti possa avere un'incidenza sugli esiti dell'apprendimento

⁹ Ad esempio, Landriscina (2013) sottolinea come nelle meta-analisi relative alle simulazioni considerate da Hattie (2009) manchi di frequente una definizione chiara degli obiettivi di apprendimento, riguardando talvolta l'apprendimento di fatti e concetti, talvolta l'acquisizione di procedure, talvolta lo sviluppo di capacità di pensiero (es. *critical thinking*, *problem-solving*, ragionamento scientifico).

e, pertanto, la lettura dei dati è bene sia accompagnata dalla considerazione del periodo di rilevamento degli stessi.

3.3 Le “felici eccezioni”

Tenuto pur conto delle criticità menzionate, vi sono evidenze che possono considerarsi ragionevolmente affidabili. Occorre rilevare che, seppure l'efficacia risulta mediamente limitata, all'interno di ogni tipologia tecnologica esiste un grado, in qualche caso anche ampio, di variabilità interna tra le diverse sperimentazioni che una singola meta-analisi prende in considerazione: può allora risultare interessante andare a ricercare i punti limite, sia in negativo (utili per comprendere meglio i fattori da evitare), come anche le “felici eccezioni”, i punti cioè in cui l'efficacia raggiunge le massime vette.

Volgendo la nostra attenzione a queste ultime, il primo elemento che merita di essere sottolineato è il ruolo dell'insegnante: esso risulta il principale artefice del successo del processo di apprendimento (secondo ovviamente allo studente stesso). Di conseguenza, le tecnologie non sono da considerarsi determinanti in sé stesse, quanto invece lo sono la qualità delle interazioni didattiche (Hattie, 2009) e, soprattutto, le strategie messe a punto dal docente, in cui le tecnologie stesse svolgono una funzione di supplemento all'insegnamento tradizionale, piuttosto che sostitutiva (*cf.* U.S. DoE, 2010; Higgins, Xiao e Katsipataki, 2012).

Nella ricerca di Hattie (2009), i risultati migliori sono individuabili in contesti molto interattivi, in cui si valorizza il feedback tra insegnante e allievi (bidirezionale), si favorisce l'apprendimento tra pari, si mette lo studente nella condizione di tenere sotto controllo l'evolversi del processo di apprendimento, ed in cui il docente fornisce molteplici opportunità per apprendere. In ragione di ciò, risulta altrettanto rilevante garantire agli insegnanti opportunità adeguate, e di qualità, di formazione professionale. Alle medesime conclusioni, giunge anche il report sull'*online learning* prodotto dal Dipartimento dell'Educazione statunitense, in cui risulta una significativa influenza della variabile legata alla guida del docente, con ES 0.39 (U.S. DoE, 2010).

Altro elemento su cui la letteratura appare convergere è l'impatto positivo legato alla messa in pratica di strategie collaborative associate all'uso delle tecnologie. Nel report appena citato, si registra una maggiore efficacia delle strategie collaborative nell'*online learning* (ES 0.25) rispetto a quelle di studio individuale (ES 0.05) e lo stesso dato è confermato anche da Higgins, Xiao e Katsipataki (2012), oltretutto dall'EEF (Higgins *et al.*, 2014). In questi ultimi studi, emerge come l'uso collaborativo delle tecnologie, in coppie o piccoli gruppi, risulti più efficace rispetto a quello individuale (in particolare, con riferimento agli studenti più giovani, e se accompagnato da una guida costante e attenta del docente).

Inoltre, le variabili tempo e risorse impegnate nelle attività didattiche risultano significative nel determinare il miglioramento dei risultati di apprendimento, in accordo a quanto riscontrato nel report sull'*online learning* (U.S. DoE, 2010) e alle meta-analisi elaborate dall'EEF (Higgins *et al.*, 2014). Più in dettaglio, secondo Higgins, Xiao e Katsipataki (2012), l'efficacia delle tecnologie sarebbe maggiore quando queste sono impiegate in programmi limitati nel tempo (5-10 settimane), in cui sia previsto un uso regolare e costante (circa tre volte a settimana), centrati su obiettivi chiari di apprendimento. A risultati simili appare giungere anche l'OECD (2011) a proposito del rapporto tra uso del computer a scuola e competenze di lettura digitale: coloro che fanno un uso moderato delle tecnologie a scuola avrebbero competenze di lettura digitale più elevate, mentre coloro che usano il computer di rado o, al contrario, intensivamente, avrebbero competenze peggiori.

L'impiego delle tecnologie ha un effetto maggiore in riferimento all'acquisizione di competenze matematico-scientifiche, piuttosto che di lettura e scrittura (e, tra queste ultime, maggiori per le seconde) (Higgins, Xiao e Katsipataki, 2012). Tuttavia, nella maggior parte dei casi, tale effetto è limitato, risultando sotto le soglie citate di ES significativo. La stessa letteratura sottolinea come l'uso delle tecnologie possa risultare particolarmente efficace quale supporto intensivo ad alunni con bisogni educativi speciali, o in situazioni di svantaggio, o con scarsi risultati di profitto.

3.4 Gli "apprendimenti incomparabili"

Se dunque la stessa ricerca EBE fornisce, pur all'interno di un quadro complessivamente non esaltante, varchi e potenzialità interne alle tecnologie per apprendere, che occorre valorizzare, dobbiamo anche aggiungere un nuovo elemento nella nostra argomentazione. L'EBE, data la sua natura sperimentale, presuppone una situazione nella quale "a parità di tutte le altre condizioni, l'unica variabile che viene modificata è l'introduzione della tecnologia".

A ben vedere, solo in un numero circoscritto di casi è possibile rispettare questa condizione; in molte situazioni l'introduzione della tecnologia modifica palesemente la natura e le forme stesse del contesto di apprendimento, ad esempio aggiungendovi qualcosa, potenziandolo in qualche senso e rendendolo di per sé "incomparabile" oppure modificando implicitamente la natura degli stessi apprendimenti attraverso la riconfigurazione che i contenuti assumono nel *medium* tecnologico.

Gli esempi che si possono addurre sono svariati; si pensi per la prima tipologia alla didattica speciale, ai deficit sensoriali e motori dove l'impiego delle tecnologie può rappresentare il fattore abilitante stesso all'apprendimento o, comunque, può offrire un significativo valore aggiunto sul piano dell'indipendenza, dell'inserimento lavorativo e della partecipazione sociale (Burgstahler 2003; Martin 2005). Si pensi, inoltre, a contesti comunicativi virtuali dove soggetti con difficoltà ad esprimersi e comunicare in forma diretta (ad es. nello spettro dell'autismo) possono trovare un canale più congeniale attraverso una mediazione più impersonale (*avatar*, schermi tattili, banchi digitali interattivi, etc.) (Mirenda, 2001).

Anche per soggetti normodotati ci sono situazioni "in-comparabili" quali quelle offerte dalla *augmented o expanded reality*: un'esplorazione virtuale in contesti fisicamente irraggiungibili, un sito archeologico, una navigazione nello spazio, una esplorazione all'interno del corpo umano; in tutti questi casi le tecnologie possono aggiungere una condizione o opportunità nuova, in qualche caso *conditio sine qua non* perché l'apprendimento stesso si possa svolgere.

Sul piano metodologico, la critica volta a mettere in dubbio la adeguatezza stessa di una logica comparativa è stata avanzata in forma radicale (Kozma, 1994): l'introduzione della tecnologia modificherebbe in ogni caso l'oggetto stesso dell'apprendimento, per cui alla fine si comparerebbero cose diverse. In effetti molto spesso contesto ed operazioni cognitive costituiscono un *setting* difficilmente separabile e le *skill* attivate solo nominalmente possono essere considerate appartenenti alla stessa tipologia.¹⁰

¹⁰ Si pensi, ad esempio, a bambini di scuola primaria che imparano ad orientarsi spazialmente nel territorio impiegando Google Maps rispetto a dei coetanei che lo fanno su mappe cartacee: entrambi manifestano comportamenti che possono rientrare sotto la voce "orientamento spaziale", ma di fatto le specifiche *skill* percettivo-spaziali coinvolte sono assai diverse per il carattere più motorio e interattivo che tali abilità assumono nel primo caso. Questo ordine di riflessioni ha implicazioni che vanno oltre la pura questione del controllo sperimentale tra gruppi confrontabili.

Ci sono casi in cui le tecnologie, o meglio, determinati *setting* tecno-metodologici, si candidano come fattore abilitante un diverso ambiente pedagogicamente significativo, *avanzano, per così dire, pretese di nuova rilevanza educativa*. Ad esempio, si può, almeno in linea teorica sostenere che insegnare a costruire conoscenza collaborativa attraverso la Rete - uno dei principali “cavalli di battaglia” del costruttivismo in questi ultimi venti anni - abbia connotati interni di sostanziale diversità, perché attraverso la Rete si possono apprendere modelli precedentemente inesistenti di costruzione collettiva della conoscenza: se delle classi scolastiche costruiscono insieme un archivio condiviso (sul modello di Wikipedia o di una *Knowledge Building Community* di Bereiter e Scardamalia), l’obiettivo può essere far acquisire agli alunni uno schema di collaborazione e costruzione delle conoscenze, significativamente difforme da ciò che si può intendere comunemente con l’espressione “capacità collaborativa” nelle sue attuazioni possibili senza la Rete.

Al di là di tutto ciò, c’è anche una possibile «contromossa» che si può tirare in causa, dinanzi all’affermazione, basata su evidenze, secondo cui “le tecnologie non fanno apprendere meglio”. Invertendo i termini del problema si può avanzare un’ipotesi opposta: “ogni tecnologia potenzialmente è in grado di generare occasione di apprendimento significativo”, se si ha la capacità di vederla, collocandosi in un’ottica diversa da quella per la quale essa stessa è nata, in una chiave meta-cognitiva, chiedendosi se e come possa indurre a riflettere sul modo in cui si apprende o si modificano gli schemi stessi della nostra conoscenza.

Ci sono molte opportunità perché si attivino tali processi. Per fare un esempio, i cosiddetti ambienti *general purpose* (*word processor, database, foglio elettronico*), che nelle strutture e funzioni di base, cioè quelle pedagogicamente significative, non sono sostanzialmente cambiati nel corso di trent’anni, incorporano i *mind tool* fondamentali, su cui da Papert (1980) a Jonassen (2006) ha giustamente insistito una delle tradizioni più avveduta della ricerca tecnologico educativa.

Una didattica riflessiva e collaborativa sulla scrittura, la costruzione collaborativa di una struttura gerarchica di dati o di un archivio, la costruzione di un modello concettuale attraverso un foglio di calcolo, come anche la scoperta, che può essere illuminante per un alunno di 12-13 anni, della relazione tra una formulazione algebrica e la sua raffigurazione grafica, sono attività di alta rilevanza metodologica e cognitiva che insegnanti esperti potevano già attuare trent’anni fa con i *software* esistenti e che forse oggi sono passate un po’ in secondo piano, all’interno dell’assordante dominanza che recentemente hanno assunto i cosiddetti *social media*.

Il mondo dei giochi e delle simulazioni aggiunge altre potenzialità nel senso di una didattica orientata alla meta-cognizione ed alla riflessione sui modelli mentali (ad es. un gioco come SimCity può essere “giocato” ad un livello di puro intrattenimento, ma può essere un’occasione per chiedersi quale sia il modello di città che presiede al gioco e come potrebbero cambiare le regole se si modificasse tale modello). Costruire modelli concettuali, ricavare da essi ipotesi e verificarle con il supporto dei *software* di simulazione possono trasformarsi in attività interessanti per insegnare a pensare attraverso le tecnologie.¹¹ Sono potenzialità nascoste; il fatto che normalmente non vengano alla luce non è addebitabile alle

¹¹ Ci si può avvalere di *software* specifici come WorldMaker, STELLA, Model-IT, My World, Simquest, oppure, più banalmente di un foglio Excel. Su questi aspetti vedi le interessanti recenti ricerche di Landriscina (2009). Tra gli ambiti più significativi rimane quello delle simulazioni per l’ambito scientifico (si vedano, ad esempio, programmi di simulazione di fenomeni fisici, *cfr.* Explorelearning: <http://www.explorelearning.com/>; Energy2D: <http://energy.concord.org/energy2d/index.html>).

tecnologie, ma al fatto che i docenti sono solitamente poco accorti a cogliere queste implicazioni latenti, al di sotto degli aspetti di superficie con cui le tecnologie si presentano e che catturano la loro attenzione.

3.5 L'utilità nel contesto di apprendimento

Quanto sopra riguarda il problema delle tecnologie impiegate per gli apprendimenti curricolari. Ma una scuola è anche un'organizzazione e come tale può beneficiare, al pari di ogni altra, del vantaggio offerto dalle tecnologie su altri versanti, in primo luogo in termini di razionalizzazione, capitalizzazione e sistematizzazione di conoscenze, flessibilità, *networking*; oltre a ciò, essa è altresì un luogo in cui è opportuno "star bene"; usufruire di un buon clima relazionale, essere impegnati in attività stimolanti, capaci di generare "flusso ottimale" (Csikszentmihalyi, 1992).

Se possiamo dunque dimostrare che le tecnologie contribuiscono a migliorare qualche aspetto del contesto e della vita scolastica, senza effetti controproducenti sugli apprendimenti, sarebbe poco sensato contrastarne l'impiego. Non sarebbe qui possibile elencare gli umili, ma assai numerosi, "vantaggi" che possono derivare dalle tecnologie, ad esempio sul piano della comunicazione, condivisione, conservazione e gestione di risorse didattiche interne alla scuola.

La disponibilità di soluzioni *software* di qualità, completamente gratuite e fruibili via Web, dunque senza necessità di infrastruttura a spese della scuola, è oggi una opportunità per le organizzazioni scolastiche che ha visto uno sviluppo recente.¹²

Sul piano dell'accesso a risorse didattiche vanno sottolineati gli sviluppi nell'ambito delle *Open Educational Resources* (OER). Il fatto che numerosi contenuti didattici siano resi disponibili, e dunque manipolabili, editabili, individualizzabili in rapporto ai diversi livelli di difficoltà di apprendimento appare oggi una delle opportunità maggiori che le tecnologie offrono alla scuola (Hattie, 2009), in particolare in un'ottica di politica inclusiva.

A ciò si aggiunge l'ampliamento delle opportunità relazionali ed informative per mezzo della Rete. In questo senso, uno degli slanci maggiori all'uso delle tecnologie è venuto dagli stessi insegnanti: si consideri l'incredibile numero di *educational blogger* presenti sulla rete (Bruni 2009; Fedeli 2012). È ragionevole pensare che un insegnante che sappia saggiamente dialogare in modo personalizzato con i propri allievi tramite strumenti del web 2.0 (*blog*, *mobile*, etc.) possa avere una possibilità in più per favorire un clima di complicità empatica, con particolare vantaggio in particolare in classi a forte rischio di *drop-out* e che, più in generale, politiche ispirate all'*e-learning 2.0* possano conseguire qualche risultato verso minoranze o soggetti a rischio di marginalità, nel senso di favorire *e-inclusion*, *e-participation*, *e-citizenship*, anche se al momento le evidenze sul tema sono scarse (Cullen, 2007).

Anche questa strada però non è esente da criticità e non ci si dovrebbe sentire autorizzati a muoversi verso l'innovazione, svincolati da precisi obiettivi e criteri di rendicontazione. In

¹² Si pensi, a solo titolo di esempio, al pacchetto Google Classroom studiato per la gestione delle interazioni e delle attività tra insegnante e studenti o alla suite Google Apps for Education che consente di disporre in un'unico ambiente di un insieme di strumenti in grado di migliorare concretamente la gestione di comunicazioni interne ed esterne (tramite i servizi di Gmail, di chat di testo, vocali e video); di creazione multi-utente di documenti e loro archiviazione (es. Google Drive); di gestione dei calendari e delle aule (es. Google Calendar); di creazione e gestione pagine web per la comunicazione esterna rivolta a famiglie e utenti (es. Google Sites).

questi casi, ci si dovrebbe più consapevolmente porre in un'ottica *criterion-based*: l'attenzione va concentrata sulla chiara definizione del criterio-obiettivo e dei concreti indicatori di *performance* assunti per valutare gli avanzamenti conseguiti, con una valutazione critica del rapporto vantaggi/rischi, costi/benefici e mantenendo allo stesso tempo la consapevolezza che anche interventi volti all'incremento della flessibilità, del *networking*, del clima relazionale, della condivisione e partecipazione possono comportare implicazioni negative (quali dispersione, sovraccarico, superficialità o dipendenza psicologica).

3.6 Il portato visionario della tecnologia

Un altro ordine di riflessione riguarda il fatto che le tecnologie spesso inducono a riflettere e prendere consapevolezza sui modelli didattici e di scuola impliciti, e su nuove forme di pensiero che con il loro contributo possono prendere piede. La storia delle tecnologie è *densa di portati visionari*. Autori come Skinner, Papert, Levy, Rheingold, Jenkins, non si limitano a parlare degli apprendimenti con le tecnologie; nei loro testi le tecnologie sono un'opportunità per liberare creatività visionaria e speculare sulle caratteristiche della società futura e del ruolo che dovrà svolgere la scuola al suo interno. E del resto questo è l'aspetto che storicamente ha esercitato più fascino ed ha indotto ed induce molti pedagogisti ed educatori ad avvicinarsi alle tecnologie.

Su questo piano, ad esempio, ci si può confrontare oggi con affermazioni volte a giustificare l'impiego di tecnologie mobili o di *social networking* nella scuola in funzione di nuovi modelli dialogici o narratologici, nuove forme di appartenenza sociale, che sarebbero ormai un dato caratterizzante la società contemporanea. Per allinearsi a ciò, l'educazione avrebbe il compito di passare, per dirla con Thomas e Brown (2011), da un *istruire sul mondo* ad un apprendere *attraverso il coinvolgimento nel mondo*. In queste visioni che legano modello educativo e scenari della società contemporanea si ipotizza un determinato modello di società, si presuppone che la scuola debba allinearsi o contribuire alla sua attuazione.

Come valutare questo aspetto, in cui sussistono implicazioni positive e possibili rischi?¹³ Non è questa la sede per entrare nel dettaglio in questa stretta dialettica che ha caratterizzato e continua a connotare l'introduzione delle tecnologie; ci limitiamo ad osservare che questa problematica difficilmente si può eludere e che in questo caso non ha alcun senso la logica *evidence-based*; è inevitabile basarsi su valutazioni di ordine etico-sociale, su un modello di società immaginata a cui si attribuisce aprioristicamente valenza positiva: siamo in un'ottica *value-based*.

Anche in questo caso tuttavia si dovrebbe agire con opportune contro argomentazioni; a fronte del valore trainante delle utopie che può anche essere controproducente mettere in discussione (per le implicazioni sul piano motivazionale, aspettativa di cambiamento, etc.), si dovrebbe avere forte consapevolezza che i modelli teorici assunti possono risultare scarsamente realistici e che quasi sempre i tempi di trasformazione delle istituzioni e del paese "reale" sono assai più lenti di quelli immaginati da chi lavora a stretto rapporto con l'innovazione tecnologica.

¹³ Il rischio principale, tradizionalmente sottovalutato, è quello della carenza di realismo, di presupporre un cambiamento della società che potrebbe non avvenire, o sopraggiungere con ritardo, o di appellarsi a dimensioni (ad esempio socio-emozionali, aggregative, empatico-partecipative) che potrebbero rimanere di scarsa rilevanza nel mondo reale, o di proporre soluzioni che potrebbero avere senso per minoranze ristrette che già comunque hanno una solida preparazione alfabetica e cognitiva di base e non per la maggioranza della popolazione.

All'interno di queste problematiche, un aspetto più specifico riguarda le implicazioni sui processi cognitivi (e formativi in generale) che si ritiene utile salvaguardare e valorizzare; in particolare, oggi è sul tappeto la questione delle implicazioni cognitive relative alla lettura su carta rispetto alla lettura digitale. Tutto ciò richiede agli educatori di mettere al centro domande del tipo: "Quale è il modello di 'lettore' che vogliamo formare?", "Quale eventuale peso ed integrazione dovrà essere dato ad un tipo di lettura, come quella tipica sul Web caratterizzata da *browsing* ipertestuale e 'scrematura' veloce, rispetto a quella in profondità, tipica da testo sequenziale?", "In generale, quale è l'idea di ecologia della mente che decidiamo di mettere a fondamento del modello educativo da noi assunto?".

4. Conclusioni

Occorre favorire un atteggiamento critico verso l'innovazione tecnologico-educativa e, spostando la riflessione ad un livello che esiga risposte razionalmente fondate, avere degli educatori avveduti, informati sulle evidenze e sugli errori del passato, capaci di compiere scelte criticamente argomentate, di confrontare e considerare valutazioni contrapposte, e di situare gli interventi didattici in rapporto a finalità chiaramente definite. Questa appare la via più importante per un cambiamento reale della qualità della scuola, con o senza tecnologie.

Abbiamo fatto il punto sulle ricerche in ottica EBE in merito all'efficacia delle tecnologie per apprendere, da cui emerge complessivamente un impatto limitato di efficacia, con, tuttavia, "felici eccezioni", generate da fattori e contesti in grado di influire positivamente sugli esiti dell'apprendimento. Queste testimoniano soprattutto come non siano le tecnologie in sé stesse a risultare determinanti, quanto l'azione e la guida del docente (cui è necessario fornire adeguate opportunità di formazione professionale), volta in particolare a valorizzare il feedback con gli studenti e a indirizzare la didattica verso obiettivi ben definiti, attraverso adeguate strategie.

Va comunque osservato come l'EBE non sia un mondo privo di ambiguità e in grado di offrire conoscenze incontrovertibili e come ci si trovi di fronte a una ampia variabilità di risultati sperimentali. Dunque, oltre ai valori medi di ES, diventa importante analizzare in dettaglio le situazioni limite per perimetrare, in positivo e negativo, rischi e vantaggi.

Una valutazione *evidence-based* deve essere solo un elemento del complesso mosaico della decisione tecnologica. Al di là di essa, ci sono situazioni per le quali la logica della comparazione sperimentale non ha senso, come nel caso dei deficit sensoriali e motori dove l'impiego delle tecnologie può rappresentare il fattore abilitante stesso all'apprendimento o comunque un canale alternativo spesso efficace o nel caso della *augmented* o *expanded reality*, situazioni in cui le tecnologie possono aggiungere condizioni o opportunità nuove perché l'apprendimento stesso si possa svolgere.

Occorre anche spostarsi su piani diversi da quello riguardante direttamente il miglioramento negli apprendimenti; gran parte del beneficio possibile può essere esercitato sul contesto (classe e scuola), in termini di accesso a risorse, razionalizzazione, *networking*, e flessibilità (i tratti caratterizzanti questo livello).

Infine, non dovrebbe essere trascurato il fatto che l'innovazione tecnologica è strettamente interconnessa, più o meno implicitamente, ad una rete di significati più vasti, induce a riflettere sui modelli didattici, e porta spesso con sé un'immagine implicita di apprendimento, di "ecologia della mente", in qualche caso anche un nuovo modello di scuola e di società; qui la valutazione si sposta in un ambito in cui entrano necessariamente in gioco assunzioni valoriali relative ai modelli di uomo e di cittadino che si intende formare.

Bibliografia

- Allen, I.E., & Seaman J. (2013). *Changing Course: Ten Years of Tracking Online Education in the United States*. URL: <http://www.onlinelearningsurvey.com/reports/changingcourse.pdf>
- Avvisati, F., Hennessy, S., Kozma, R.B., & Vincent-Lancrin S. (2013). *Review of the Italian Strategy for Digital Schools*. OECD Education Working Papers, n. 90, OECD Publishing. URL: <http://dx.doi.org/10.1787/5k487ntdbr44-en>
- Bayraktar, S. (2000). A Meta-Analysis of the Effectiveness of Computer Assisted Instruction in Science Education. *Journal of Research on Technology in Education*, 42.2: 173-188.
- BECTA (2003). *What the research says about interactive whiteboards*. URL: http://dera.ioe.ac.uk/5318/1/wtrs_whiteboards.pdf
- Bernard R.M., Abrami P.C., Lou Y., Borokhovski E., Wade A., Wozney L., Walset P.A., Fiset M., Huang B. (2004). How does distance education compare with classroom instruction? A meta-analysis of the empirical literature. *Review of educational research*, 74(3), 379-439.
- Bernard, R.M., Borokhovski, E., Schmid, R.F., Tamim, R.M., & Abrami, P.C. (2014). A meta-analysis of blended learning and technology use in higher education: from the general to the applied. *Journal of Computing in Higher Education*, 26(1), 87-122.
- Bonaiuti, G. (2009). *Didattica attiva con la LIM: metodologie, strumenti e materiali per la lavagna interattiva multimediale*. Edizioni Erickson.
- Bruni, F. (2009). *Blog e didattica*. EUM, Macerata.
- Burgstahler, S. (2003). The role of technology in preparing youth with disabilities for postsecondary education and employment. *Journal of Special Education Technology*, 18(4), pp. 7-19.
- Calvani, A. (2009). ICT in schools: what rationale? A conceptual frame for a technological policy. *Educational technology: The magazine for managers of change in education*, v.49, n.4, pp. 33-37.
- Calvani, A. (2012). *Per un'istruzione Evidence Based*. Edizioni Erickson. Trento.
- Calvani, A. (2013). Le TIC nella scuola: dieci raccomandazioni per i policy maker. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, v.13, n.4, p. 30-46. URL: <http://www.fupress.net/index.php/formare/article/viewFile/14227/13184>
- Calvani, A., & Vivanet G. (2014 - *in stampa*). Evidence Based Education e modelli di valutazione formativa per le scuole. *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies* (ECPS).
- Camnalbur, M., & Erdoğan, Y. (2008). A Meta Analysis on the Effectiveness of Computer-Assisted Instruction: Turkey Sample. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 8(2).
- Carr, N. (2011). *Internet ci rende stupidi? Come la rete sta cambiando il nostro cervello*. Cortina, Milano
- Cavanaugh, C. (2010). Blended education for primary and secondary pupils. *Better: Evidence-Based Education*, 5 (Autumn), 16-17.
- Chen, S.Y., Fan, J.P., Macredie, R.D. (2006). Navigation in hypermedia learning systems: experts vs. novices. *Computers in Human Behavior*, 22 (2), 251-266.

- Cheung, A.C., & Slavin, R.E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 9, 88-113.
- Christmann, E. P., & Badgett, J.L. (2003). A meta-analytic comparison of the effects of computer-assisted instruction on elementary students' academic achievement. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 2003(1), 91-104.
- Clark, R.C., Nguyen, F., & Sweller, J. (2006). *Efficiency in learning. Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. San Francisco: Pfeiffer Wiley.
- Coe, R. (2002). It's the effect size, stupid: What effect size is and why it is important. *Paper presented at the Annual Conference of the British Educational Research Association*, University of Exeter, England, 12-14 September 2002. URL: <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/00002182.htm>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- CrossKnowledge, (2012). *European e-learning Barometer*. URL: <http://www.trainingzone.co.uk/files/siftmedia-trainingzone/CrossKnowledge-Europeanlearningbarometer-ENG.pdf>
- Csikszentmihalyi, M. (1992). *Flow: The Psychology of Happiness*. Rider, London.
- Cullen, J. (2007). *Status of e-inclusion measurement, analysis and approaches for improvement*. Final Report. European Commission, Brussels.
- De Jong, M.T., & Bus, A.G. (2002). Quality of book-reading matters for emergent readers: An experiment with the same book in regular or electronic format. *Journal of Educational Psychology*, 94(1), 145-155.
- Englert, C.S., Zhao, Y., Dunsmore, K., Collings, N.Y., & Wolbers, K. (2007). Scaffolding the writing of students with disabilities through procedural facilitation: Using an Internet-based technology to improve performance. *Learning Disability Quarterly*, 30 (1):9–29.
- Fabos, B., & Young, M.D. (1999). Telecommunications in the classroom: Rhetoric versus reality. *Review of Educational Research*, vol. 69, n. 3, pp. 217-259.
- Fedeli, L., (2012). *Social media e didattica. Opportunità, criticità e prospettive*. PENSA Multimedia. Lecce.
- Glass, G.V. (1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational Researcher*, 5(10).
- Grimshaw, S., Dungworth, N., McKnight, C., & Morris, A. (2007). Electronic books: children's reading and comprehension. *British Journal of Educational Technology*, 38, 583–599.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London and New York: Routledge.
- Hattie, J. (2012). *Visible Learning For Teachers: Maximizing Impact On Learning*. London and New York: Routledge.
- Higgins, J., & Thompson, S.G. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in medicine*, 21(11), 1539-1558.

- Higgins, S., Falzon, C., Hall, I., Moseley, D., Smith, F., Smith, H., & Wall K. (2005). *Embedding ICT in the literacy and numeracy strategies: Final report*. Newcastle: Newcastle University.
- Higgins, S., Katsipataki, M., Kokotsaki, D., Coleman, R., Major, L.E., & Coe, R. (2014). *The Sutton Trust-Education Endowment Foundation Teaching and Learning Toolkit*. London: Education Endowment Foundation.
- Higgins, S., Xiao, Z., & Katsipataki, M. (2012). *The impact of digital technology on learning: a summary for the Education Endowment Foundation*. School of Education, Durham University. URL: [http://educationendowmentfoundation.org.uk/uploads/pdf/The_Impact_of_Digital_Technologies_on_Learning_\(2012\).pdf](http://educationendowmentfoundation.org.uk/uploads/pdf/The_Impact_of_Digital_Technologies_on_Learning_(2012).pdf)
- Hunter, J. E., & Schmidt, F.L. (2004). *Methods of meta-analysis: Correcting error and bias in research findings*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Jaggars, S.S., & Bailey, T. (2010). *Effectiveness of Fully Online Courses for College Students: Response to a Department of Education Meta-Analysis*. Community College Research Center, Columbia University.
- Jonassen, D.H. (2006). *Modeling with technology; mindtools for conceptual change*. Upper Saddle River, N. J.: Pearson Education Inc.
- Kirschner, P.A., Sweller, J.E., & Clark, R.E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41, (2), 75–86.
- Korat, O. (2010). Reading electronic books as a support for vocabulary, story comprehension and word reading in kindergarten and first grade. *Computers & Education*, 55(1), 24-31. doi:10.1016/j.compedu.2009.11.014
- Kozma, R. (1994). Will media influence learning: Reframing the debate. *Educational Technology Research and Development*, 42(2), 7-19.
- Kulik, J. (2003). *Effects of Using Instructional Technology in Elementary and Secondary Schools: What Controlled Evaluation Studies Say*. Arlington, VA: SRI International.
- Landriscina, F. (2009). *La simulazione nell'apprendimento: quando e come avvalersene*. Edizioni Erickson.
- Landriscina, F. (2013). Simulation-Based Learning: questioni aperte e linee guida per un uso didatticamente efficace della simulazione. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, 13(2).
- Lefever-Davis, S., & Pearman, C. (2005). Early readers and electronic texts: CD-ROM storybook features that influence reading behaviors. *Reading Teacher*, 58(5), 446-454.
- Li, Q., & Ma, X. (2010). A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. *Educational Psychology Review*, 22(3), 215-243.
- Liao, Y.K., & Chen, Y.W. (2007). The effect of computer simulation instruction on student learning: A meta-analysis of studies in Taiwan. *Special Issue on Computer and Network Technologies in Education*, 2(2), 69-79.
- Lipsey, M.W. (1990). *Design Sensitivity: Statistical Power for Experimental Research*. Newbury Park, CA: Sage Publications.

- Lipsey, M.W., Puzio, K., Yun, C., Hebert, M.A., Steinka-Fry, K., Cole, M.W., Roberts, M., & Busick, M.D. (2012). *Translating the Statistical Representation of the Effects of Education Interventions into More Readily Interpretable Forms*. National Center for Special Education Research. URL: <http://ies.ed.gov/ncser/pubs/20133000/pdf/20133000.pdf>
- Long, M., & Jennings, H. (2005). *“Does it work?”: The impact of technology and professional development on student achievement*. Calverton, Md.: Macro International.
- López, O.S. (2009). The digital learning classroom: Improving English language learners’ academic success in mathematics and reading using interactive whiteboard technology. *Computers and Education*, 54, 901-915.
- Marzano, R.J., Haystead M.W. (2010). *Final report: A second year evaluation study of Promethean ActivClassroom*. Englewood, Marzano Research Laboratory.
- Mathis, W.J., & Welner, K.G. (Eds.) (2010). *The Obama education blueprint: Researchers examine the evidence*. IAP.
- Mayer, R.E. (2004). Should there Be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery learning? The case for Guided Method of Instruction. *American Psychologist*, January 2004, vol. 59, n.1, 14-19.
- Mirenda, P. (2001). Autism, Augmentative Communication, and Assistive Technology What Do We Really Know?. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 16(3), 141-151.
- Moss, G., Jewitt, C., Levačić, R., Armstrong, V., Cardini, A., & Castle, F. (2007). *Interactive whiteboards, pedagogy, and pupil performance: An evaluation of the schools whiteboard expansion project* (London Challenge). Department for Education and Skills/Institute of Education, University of London.
- Noeth, R.J., & Volkov, B.B. (2004). *Evaluating the effectiveness of technology in our schools*. ACT.
- NRP (2000). National Reading Panel (US), National Institute of Child Health, & Human Development (US) - *Report of the national reading panel: Teaching children to read: An evidence-based assessment of the scientific research literature on reading and its implications for reading instruction: Reports of the subgroups*. National Institute of Child Health and Human Development, National Institutes of Health.
- O'Dwyer, L.M., Carey, R., & Kleiman, G. (2007). A Study of the Effectiveness of the Louisiana Algebra I Online Course. *Journal of research on technology in education*, 39(3).
- OECD (2011). *PISA 2009 Results: Students On Line. Digital Technologies and Performance (Volume VI)*. DOI :10.1787/9789264112995-en
- OECD (2012). *OECD Digital Economy Papers E-books: Developments and Policy Considerations*. DOI:10.1787/5k912zxcg5svh-en
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books, New York.
- Patrick, S., & Powell, A. (2009). *A Summary of Research on the Effectiveness of K-12 Online Learning*. International Association for K-12 Online Learning.
- Pearman, C.J. (2008). Independent reading of CD-ROM storybooks: Measuring comprehension with oral retellings. *Reading Teacher*, 61(8), 594-602.

Pearman, C.J., & Chang, C. (2010). Scaffolding or distracting: CD-ROM storybooks and young readers. *TechTrends: Linking Research and Practice to Improve Learning*, 54(4), 52-57.

Pearson, D.P., Ferdig, R.E., Blomeyer, R.L. & Moran, J. (2005). *The Effects of Technology on Reading Performance in the Middle-School Grades: A Meta-Analysis With Recommendations for Policy*. Naperville, IL: University of Illinois/North Central Regional Educational Laboratory.

Rockman *et al.* (2007). *ED PACE final report*. Submitted to the West Virginia Department of Education. San Francisco. URL: <http://www.rockman.com/projects/146.ies.edpace/finalreport.pdf>

Rothstein, H.R., Sutton, A.J., & Borenstein, M. (Eds.) (2006). *Publication bias in meta-analysis: Prevention, assessment and adjustments*. John Wiley & Sons.

Russell, T.L. (1999). No Significant Difference Phenomenon. *Educational Technology & Society*, 2, 3.

Salomon, G., Perkins, D.N., Globerson, T. (1991), Partners in Cognition: Extending Human Intelligence with Intelligent Technologies. *Educational Researcher*, 20 (3), 2-9.

Salvadori, I. (2012). Cosa sappiamo circa l'efficacia della LIM nel contesto scolastico?. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, 12(78), 4-10.

Sandy-Hanson, A.E. (2006). *A Meta-Analysis of the Impact of Computer Technology versus Traditional Instruction on Students in Kindergarten through Twelfth Grade in the United States: A Comparison of Academic Achievement, Higher Order Thinking Skills, Motivation, Physical Outcomes and Social Skills*. Doctoral Dissertation, Howard University.

Schacter, J. (1999). *The Impact of Education Technology on Student Achievement: What the Most Current Research Has To Say*. Milken Exchange on Education Technology, Santa Monica, CA.

Schagen, I., & Hodgen, E. (2009). *How much difference does it make? Notes on understanding, using, and calculating effect sizes for schools*. URL: http://www.educationcounts.govt.nz/_data/assets/pdf_file/0006/36195/Schoolnotes.pdf

Schmid, R.F., Bernard, R.M., Borokhovski, E., Tamim, R.M., Abrami, P.C., Surkes, M.A., *et al.* (2014). The effects of technology use in postsecondary education: A meta-analysis of classroom applications. *Computers & Education*, 72, 271–291. doi:10.1016/j.compedu.2013.11.002.

Segal-Driori, O., Korat, O., & Shamir, A. (2010). Reading electronic and printed books with and without adult instruction: Effects on emergent reading. *Reading and Writing*, 23(8), 913-930.

Shachar, M., & Neumann, Y. (2010). Twenty years of research on the academic performance differences between traditional and distance learning: Summative meta-analysis and trend examination. *Journal of Online Learning and Teaching*, 6(2).

Shamir, A., & Korat, O. (2006). How to select CD-ROM storybooks for young children: The teacher's role. *The Reading Teacher*, 59(6), 532-543. URL: <http://www.jstor.org/stable/20204386>

Sivin-Kachala, J., & Bialo, E.R. (1994). *Report on the Effectiveness of Technology in Schools, 1990-1994*. URL: <http://eric.ed.gov/?id=ED371726>

Small, G., & Vorgan, G. (2008). *iBrain: Surviving the technological alteration of the modern mind*. HarperCollins.

Smith, H.J., Higgins, S., Wall, K., Miller, J. (2005). Interactive whiteboards: boon or bandwagon? A critical review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21(2).

Somekh, B., Haldane, M., Jones, K., Lewin, C., Steadman, S., Scrimshaw, P., Sing, S., Bird, K., Cummings, J., Downing, B., Haber Stuart, T., Jarvis, J., Mavers, D., & Woodrow D. (2007). *Evaluation of the Primary Schools Whiteboard Expansion Project. Report to the Department for Children, Schools and Families*. London: Becta.

Sun, K., Lin Y., & Yu, C. (2008). A study on learning effect among different learning styles in a web-based lab of science for elementary school students. *Computers & Education*, 50 (4):1411–22.

Swan, K., Schenker, J., & Kratcoski, A. (2008). The Effects of the Use of Interactive Whiteboards on Student Achievement. *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (EDMEDIA) 2008*.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.

Tamim, R.M., Bernard, R.M., Borokhovski, E., Abrami, P.C., & Schmid R.F. (2011). What Forty Years of Research Says about the Impact of Technology on Learning: A Second-Order Meta-Analysis and Validation Study. *Review of Educational Research*, 81, 4-28.

Thomas, D., & Brown J.S. (2011). *A new culture of Learning. Cultivating the imagination for a world of constant change*. Createspace.

Torff, B., & Tirota, R. (2010). Interactive whiteboards produce small gains in elementary students' self-reported motivation in mathematics. *Computers and Education*, 54, 379-383.

Torgerson, C, & Zhu, D. (2003). *A systematic review and meta-analysis of the effectiveness of ICT on literacy learning in English, 5-16*. Research Evidence in Education Library. London: EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education.

Torgerson, C.J. & Elbourne, D. (2002). A systematic review and meta-analysis of the effectiveness of information and communication technology (ICT) on the teaching of spelling. *Journal of Research in Reading*, 25, 129-143.

Trushell, J., Burrell, C., & Maitland, A. (2001). Year 5 pupils reading an "interactive storybook" on CD-ROM: Losing the Plot? *British Journal of Educational Technology*, 32(4), 389-401.

U.S. DoE (2010). U.S. Department of Education. *Evaluation of evidence-based practices in online learning: A meta-analysis and review of online learning studies*. Washington, D.C., 2010. URL: <http://www2.ed.gov/rschstat/eval/tech/evidence-based-practices/finalreport.pdf>

U.S. DoE (2012). U.S. Department of Education. National Center for Education Statistics. *Digest of Education Statistics 2012. Table 121. Percentage of public school districts with students enrolled in technology-based distance education courses and number of enrollments in such courses, by instructional level and district characteristics: 2002–03, 2004–05, and 2009–10*. URL: <http://nces.ed.gov/fastfacts/display.asp?id=46>

U.S. DoE (2013). U.S. Department of Education. *Expanding Evidence Approaches for Learning in a Digital World*. URL: <http://www.ed.gov/edblogs/technology/files/2013/02/Expanding-Evidence-Approaches.pdf>

Vivanet, G. (2014a). *Che cos'è l'evidence based education*. Roma: Carocci Editore.

Vivanet, G. (2014b - *in stampa*). Sull'efficacia delle tecnologie nella scuola: analisi critica delle evidenze empiriche. *TD Tecnologie Didattiche*, n. 62, v. 22, n.2.

Waxman, H.C., Lin, M. & Michko, G.M. (2003). *A Meta-Analysis of the Effectiveness of Teaching and Learning With Technology on Student Outcomes A Meta-Analysis of the Effectiveness of Teaching and Learning With Technology on Student Outcomes*. December 2003. Technology. Naperville, Illinois.

Wolf, F.M. (1986). *Meta-analysis: Quantitative methods for research synthesis* (Vol. 59). Sage.

Wood, R., Ashfield, J. (2008). The Use of the Interactive Whiteboard for Creative Teaching and Learning in Literacy and Mathematics: A Case Study. *British Journal of Educational Technology*, 39(1), pp. 84-96

WWC (2008). What Works Clearinghouse. *Procedures and standards handbook*. Washington, DC.

Zhao, Y., Lei, J., Yan, B., Lai, C., & Tan, H.S. (2005). What makes the difference? A practical analysis of research on the effectiveness of distance education. *The Teachers College Record* 107, 1836-1884.

Zucker, T.A., Moody, A.K., & McKenna, M.C. (2009). The effects of electronic books on pre-kindergartento-grade 5 students' literacy and language outcomes: A research synthesis. *Journal of Educational Computing Research*, 40(1), 47-87.