

L'efficace interazione fra valutazione e tecnologie: evidenze da una rassegna sistematica della letteratura

The effective interaction between assessment and technologies: findings from a systematic review

Denise Tonelli*, Valentina Grion and Anna Serbati

Department of Philosophy, Sociology, Pedagogy and Applied Psychology, University of Padua, Italy, denise.tonelli@phd.unipd.it*, valentina.grion@unipd.it, anna.serbati@unipd.it

*corresponding author

HOW TO CITE Tonelli, D., Grion, V., & Serbati, A. (2018). L'efficace interazione fra valutazione e tecnologie: evidenze da una rassegna sistematica della letteratura. *Italian Journal of Educational Technology*, 26(3), 6-23. doi: 10.17471/2499-4324/1028

SOMMARIO La valutazione rappresenta oggi un tema ampiamente discusso dalla ricerca educativa, soprattutto per il ruolo che essa svolge nell'ambito dei processi d'apprendimento. Nel dibattito in corso risulta emergente la necessità di adottare approcci maggiormente coerenti con gli sviluppi pedagogici, culturali e tecnologici che coinvolgono e determinano le attività d'insegnamento e apprendimento. È in tale quadro che si colloca anche l'interesse verso la relazione esistente fra valutazione e tecnologie. Allo scopo di indagare questa relazione, è stata condotta una rassegna della letteratura focalizzata sulle modalità d'integrazione delle tecnologie nei contesti scolastici e universitari, ricercando gli elementi di novità rispetto alle pratiche valutative tradizionali. Le evidenze raggiunte mettono in luce un quadro sostanzialmente positivo delle potenzialità di impiego delle tecnologie nei processi valutativi dei diversi livelli d'istruzione e ambiti disciplinari, con l'emergere di numerosi elementi d'interesse e di scenari valutativi nuovi, difficilmente attuabili senza l'impiego delle tecnologie.

PAROLE CHIAVE Valutazione degli Apprendimenti; Valutazione Basata su Computer; Tecnologie per la Valutazione dell'Apprendimento; Feedback; Sistemi di Valutazione Digitali.

ABSTRACT Assessment is a widely discussed topic in educational research, due to its key role in learning processes. An emerging theme in the current debate is the need to adopt approaches more consistent with the pedagogical, cultural and technological developments concerning and determining teaching and learning activities. In this context, the interest in the relationship between assessment and technologies keeps growing. In order to investigate this relationship, this paper reviews the literature, researching ways in which digital technologies are used in schools and higher education contexts, trying to find elements of novelty, in comparison with traditional assessment practices. The findings highlight some important affordances of digital technologies in the assessment processes at different educational levels as well as in different subjects. Furthermore, the results showcase a large number of significant

elements and new assessment scenarios, which are difficult to implement without the use of technologies.

KEYWORDS Assessment; Computer-Based Assessment (CBA); Technology-Enhanced Assessment; Feedback; Digital Assessment Systems.

1. INTRODUZIONE

The image of children sitting in rows writing on paper for two or three hours still seems to be the epitome of the outcomes of more than 12 years of schooling. For many students these exam events will be the rare times in their lives they will use this ancient technology in such a prolonged manner. The constraints of this form of assessment leads to the measurement of very limited outcomes often described as memorisation, repetition, or recall (Stobart, 2008). These contrast with the often stated required outcomes of schooling that include higher-order thinking skills, problem-solving, communication and collaboration (Newhouse, 2013, p. 431).

La valutazione – intesa qui come *assessment* o valutazione degli apprendimenti, distinta dall'*evaluation* o valutazione dei sistemi – rappresenta oggi un oggetto di grande interesse nella ricerca educativa a livello internazionale. È ampiamente riconosciuta, infatti, la sua influenza sui processi d'apprendimento e, più in generale, sulle esperienze degli studenti nei contesti scolastici e universitari (Grion, Serbati, Tino, & Nicol, 2017); questo soprattutto in riferimento a quegli approcci che si rifanno alla sua funzione formativa come *l'Assessment for Learning* (Grion & Serbati, 2017; Stobart, 2008), il *Sustainable Assessment* (Boud, 2000; Boud & Soler, 2015); *l'Assessment as Learning* o valutazione formante (Trincherò, 2018). Enfatizzando il peso che essa gioca nei contesti e nei processi di formazione, alcuni autori giungono ad affermare che «un'istituzione, una cultura o una società includono le proprie concezioni di apprendimento e le aspirazioni per i propri futuri cittadini nelle modalità con le quali progettano e mettono in atto la valutazione»¹ (Timmis, Broadfoot, Sutherland, & Oldfield, 2016, p. 454). D'altra parte, molti sono i richiami ad una riforma dei processi valutativi, diretti ad evidenziare la necessità di trovare maggiore allineamento e integrazione fra processi valutativi e odierni sviluppi pedagogici, culturali e tecnologici che coinvolgono e determinano l'insegnamento e l'apprendimento (Sweeney et al., 2017). In tale direzione, negli ultimi anni, si rileva un chiaro spostamento d'interesse della ricerca docimologica, dal ristretto focus centrato sulla necessità di assicurare validità e attendibilità ai processi valutativi alla più ampia attenzione al rapporto fra valutazione e apprendimento. In questo contesto si colloca anche l'interesse verso la relazione esistente fra valutazione e tecnologie, relazione ancora (troppo) poco esplorata e realizzata (Oldfield, Broadfoot, Sutherland, & Timmis, 2012). Seppure ancora oggi non vi sia un quadro completamente chiaro e comunemente condiviso rispetto a come, e fino a che punto, le tecnologie possano trasformare l'insegnamento, l'apprendimento e la valutazione, risulta evidente che l'introduzione degli odierni dispositivi digitali nei contesti educativi offre significative possibilità di costruire e proporre ambienti caratterizzati da varietà, fluidità, dialogo e condivisione (Grion & Cesareni, 2016), personalizzabili e diversificabili, potenzialmente molto motivanti e coinvolgenti, e quindi, proprio per questo, efficaci ai fini dell'apprendimento.

Per quanto riguarda specificamente la valutazione, il termine *Computer-Based Assessment* (CBA) fa riferimento a sistemi per la creazione di test e prove che, rispetto agli equivalenti su carta, introducono alcuni vantaggi (Cantillon, Irish, & Sales, 2004): la possibilità di una verifica automatica e immediata delle risposte con conseguente potenziale tempestivo feedback (McKenna, 2000); l'eventuale calcolo veloce di punteggi e la riduzione della soggettività nelle valutazioni (Race, Brown, & Smith, 2005); un monitoraggio immediato della qualità dei quesiti attraverso *Item*

¹ La citazione riportata, così come le altre presenti nel testo provenienti da articoli di autori stranieri, è una traduzione a cura delle autrici.

Analysis; una facilitata riduzione del fenomeno del *cheating* attraverso la randomizzazione delle domande (Sim, Holifield, & Brown, 2004); l'utilizzo di archivi di quesiti da poter eventualmente condividere, ecc. In generale, vengono definite CBA quelle tecniche che includono l'uso del computer nei processi di assegnazione, verifica e valutazione di compiti o esami (Sim et al., 2004).

Alcune rassegne si sono focalizzate su aspetti particolari dell'assessment attraverso le tecnologie, quali l'efficacia del feedback negli ambienti valutativi *computer-based* (van der Kleij, Feskens, & Eggen, 2015; van der Kleij, Timmers, & Eggen, 2011), le analisi psicometriche di performance valutative nelle simulazioni su computer (de Klerk, Veldkamp, & Eggen, 2015), o sono state contestualizzate in determinati livelli dell'istruzione formale quali i contesti universitari (Conole & Warburton, 2005) e della scuola primaria e secondaria (Shute & Rahimi, 2016).

Una più recente e ampia rassegna condotta da Oldfield, Broadfoot, Sutherland e Timmis (2012) ha, invece, analizzato un'estesa varietà di documenti riguardanti ricerche condotte ad ogni livello educativo negli ultimi dieci anni, offrendo un quadro di ampio respiro, piuttosto che un'analisi dettagliata dell'oggetto d'indagine. Esplorando ciò che le tecnologie possono mettere a disposizione della valutazione, come essa si modifichi nei casi in cui le conoscenze siano rappresentate digitalmente e le novità introdotte dall'integrazione delle stesse nei processi valutativi, gli autori giungono a proporre una serie di raccomandazioni a supporto dell'idea che il dibattito sui processi valutativi supportati dalle tecnologie vada inserito all'interno di quello più ampio sulla valutazione in generale, che dovrebbe perseguire una maggiore coerenza con le recenti prospettive pedagogiche e adeguatezza rispetto a obiettivi formativi appropriati al tempo presente.

Riprendendo la precedente rassegna pochi anni dopo, gli stessi autori (Timmis, Broadfoot, Sutherland, & Oldfield, 2016) individuano e discutono sfide e rischi connessi a strumenti e ambienti tecnologici impiegati in ambito valutativo, concludendo con la necessità di stimolare un più ampio dibattito a livello politico, pratico e di ricerca, in relazione ad un equilibrato sviluppo delle tecnologie a supporto della valutazione.

Accogliendo quest'ultima raccomandazione, e allo scopo di stimolare il dibattito in contesto italiano e di supportare una più profonda comprensione dei complessi scenari che fanno da sfondo alle pratiche relative all'adozione delle tecnologie digitali nei contesti valutativi delle scuole e delle università, la presente rassegna della letteratura è stata contestualizzata sull'intero ciclo dell'istruzione formale, dalla scuola dell'infanzia all'università. Obiettivo più specifico è stato quello di esplorarne e discuterne le potenzialità e le sfide o, più precisamente, il ruolo che le tecnologie possono giocare in funzione di un ripensamento della valutazione per l'apprendimento. La rassegna intende perciò rappresentare uno stimolo all'approfondimento del dibattito su come le attuali tecnologie possano e debbano essere impiegate nei contesti educativi/formativi per fungere da movente di miglioramento e/o di trasformazione dei paradigmi e degli approcci pedagogici che giustificano le attuali pratiche valutative, e costituire così, in ultima analisi, un beneficio per l'apprendimento degli studenti.

Suo ulteriore intento è anche quello di presentare al mondo scolastico e universitario italiano un quadro d'insieme aggiornato sull'uso e l'impatto delle tecnologie nei processi valutativi, effettivi e percepiti, allo scopo di fare luce sulle loro potenzialità e supportarne la diffusione.

In effetti, la letteratura di settore rileva come, nonostante la ricerca abbia messo in rilievo numerosi benefici della valutazione *computer-based*, quella *paper-based* sia ancora ampiamente impiegata negli attuali contesti d'apprendimento (Hols-Elders et al., 2008). Proprio perché vi sono evidenze che lo sviluppo e la diffusione dei CBA influenzino positivamente l'efficacia dell'insegnamento, devono essere assunte tutte le iniziative possibili per fare in modo che gli ambienti d'apprendimento si fondino su forme di valutazione *computer-based* (Kim, 2015).

Le specifiche domande cui la presente ricerca ha voluto dare risposta sono le seguenti:

- (Q1) Come si realizza il rapporto fra tecnologie e valutazione nei diversi livelli di istruzione secondo il punto di vista della ricerca educativa?
- (Q2) Quali sono le recenti proposte che la ricerca avanza riguardo all'uso delle tecnologie per la valutazione?
- (Q3) Quali sono i nuovi scenari valutativi che la ricerca in questo settore permette di identificare?

2. IL METODO

2.1. Selezione degli studi e procedure di analisi

Per rispondere alle domande di ricerca, si è scelto di svolgere una rassegna della letteratura sulla base di banche dati che raccolgono documenti riguardanti specificamente i contesti educativi, formativi e scolastici. Per questo motivo la ricerca è stata condotta utilizzando i seguenti database online, entrambi accessibili attraverso il server EBSCO: ERIC (Education Resources Information Center), la principale banca dati sulla ricerca educativa internazionale in lingua inglese; e Education Source, la più grande e completa raccolta full-text al mondo di riviste di educazione.

La ricerca è stata limitata agli articoli in lingua inglese apparsi su riviste specializzate nel periodo 2012-2017, circoscrivendo l'indagine agli ultimi cinque anni, in quanto lo sviluppo delle tecnologie evolve velocemente e l'esplorazione di contesti precedenti, a nostro parere, non sarebbe risultata particolarmente significativa in relazione agli obiettivi del lavoro.

Partendo dalle domande di ricerca sono state individuate due parole chiave, abbastanza generiche, “*technolog* AND assessment**”, attraverso le quali dare inizio al percorso di selezione degli articoli. Tale combinazione ha fornito 6316 risultati. L'affinamento della ricerca è avvenuto attraverso la scelta e l'utilizzo di due espressioni-chiave, individuate fra quelle che si riferivano alla relazione tra tecnologie e valutazione, che comparivano con maggior frequenza negli abstract degli articoli individuati, ovvero *technology-enhanced assessment* e *computer-based-assessment*, applicando anche gli operatori booleani *AND learning NOT healthcare*, in quanto molti dei risultati che riguardavano l'ambito clinico non erano di nostro interesse. Si è scelto, infine, di focalizzare l'attenzione solo sugli articoli riguardanti l'istruzione formale (scuole e università).

Le strategie di ricerca nelle due banche dati hanno portato all'individuazione di 147 articoli. Dopo la rimozione dei duplicati, gli abstract dei rimanenti 144 articoli sono stati esaminati per individuare solamente le ricerche, escludendo gli articoli di riflessione teorica o le rassegne. Sono stati così identificati 123 articoli che, sottoposti ad una più approfondita analisi (lettura dei full text), sono stati ridotti di ulteriori 76 articoli, che non rispondevano ai criteri di ricerca per una delle seguenti ragioni: non erano pertinenti al settore educativo; riguardavano l'educazione vocazionale o l'aggiornamento professionale; non approfondivano primariamente il rapporto tra valutazione e tecnologie.

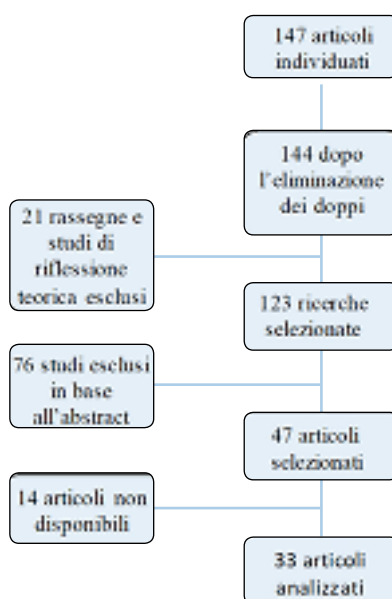


Figura 1. Diagramma di flusso degli studi inclusi nella rassegna.

Il diagramma di flusso presentato nella Figura 1 riporta le fasi di elaborazione della rassegna sistematica dopo l'applicazione delle espressioni-chiave e degli operatori booleani.

L'analisi finale ha interessato 33 articoli, che soddisfacevano i criteri di inclusione (Tabella 1).

Autori (Anno)	Livello Scolastico	Ambito	Metodo
Lin (2016)	Scuola primaria	Matematico/scientifico	Misto
Sheard & Chambers (2014)	Scuola primaria	Linguistico	Misto
Yurdabakan & Uzunkavak (2012)	Scuola primaria	Discipline Multiple	Quantitativo
Cisterna, Williams, & Merritt (2013)	Scuola primaria/secondaria	Matematico/scientifico	Qualitativo
Tang, Rich, & Wang (2012)	Scuola primaria/secondaria	Linguistico	Quantitativo
Wilson, Olinghouse, & Andrada (2014)	Scuola primaria/secondaria	Linguistico	Quantitativo
Flanagan & Hall (2017)	Scuola secondaria	Linguistico	Quantitativo
Nikou & Economides (2016)	Scuola secondaria	Matematico/scientifico	Quantitativo
Odo (2012)	Scuola secondaria	Linguistico	Quantitativo
Quellmalz et al. (2013)	Scuola secondaria	Matematico/scientifico	Quantitativo
Herborn, Mustafic, & Greiff (2017)	Scuola secondaria	CPS	Quantitativo
Rosen & Foltz (2014)	Scuola secondaria	CPS	Quantitativo
Rosen (2017)	Scuola secondaria	CPS	Quantitativo
Siddiq & Scherer (2017)	Scuola secondaria	CPS	Qualitativo
Barrett et al. (2014)	Università	Psicologico	Quantitativo
Boubouka & Papanikolau (2013)	Università	Informativo/statistico	Misto
Chigne, Labra Gayo, Alva Obeso, Ordóñez De Pablo, & Cueva Lovelle (2016)	Università	Matematico/scientifico	Quantitativo
Conejo, Garcia-Vinas, Gastón, & Barros (2016)	Università	Matematico/scientifico	Misto
Debusse & Lawley (2016)	Università	Discipline multiple	Misto
Deutsch, Hermann, Frese, & Sandholzer (2012)	Università	Medico	Quantitativo
Greiff, Wüstenberg, Holt, Goldhammer, & Funke (2013)	Università	CPS	Quantitativo
Hettiatachchi, Huertas, & Mor (2015)	Università	Informativo/statistico	Ricerca-azione
Ifenthaler (2014)	Università	Discipline multiple	Quantitativo
Jurado, Redondo, & Ortega (2014)	Università	Informativo/statistico	Quantitativo
Kalogeropoulos, Tzigounakis, Pavlatou, & Boudovis (2013)	Università	Informativo/statistico	Quantitativo
Kemp, Mellor, Kotter, & Oosthoek (2012)	Università	Matematico/scientifico	Qualitativo
Kim (2015)	Università	Discipline multiple	Misto
Neumann, Hood, & Neumann (2012)	Università	Informativo/statistico	Qualitativo
Nguyen, Rienties, Toetenel, Ferguson, & Whitelock (2017)	Università	Discipline multiple	Quantitativo
Osborne, Dunne, & Farrand (2013)	Università	Discipline multiple	Quantitativo
Robles, Angulo, & De La Serna (2014)	Università	Discipline multiple	Misto
Wang (2014)	Università	Linguistico	Quantitativo
Brantmeier, Vanderplank, & Strube (2012)	Università	Linguistico	Quantitativo

Tabella 1. Sommario degli studi inclusi nella rassegna (CPS=Collaborative Problem Solving).

Una prima analisi del contenuto degli articoli, prevalentemente quantitativa, ha permesso di rispondere alla prima domanda di ricerca.

Un'analisi qualitativa del contenuto degli articoli si è svolta in due fasi:

- 1) si è proceduto a classificare gli articoli in base a diverse variabili: a) oggetto di ricerca (per esempio, “percezioni degli studenti” o “confronto fra diverse tecnologie rispetto all’efficacia” o, ancora, “caratteristiche del feedback”); b) specifica tecnologia indagata (per esempio, test *multiple-choice computer based* oppure *feedback* automatizzato, o ancora sistema di *Learning Analytics*); c) funzione della valutazione (sommativa/formativa); d) risultati delle ricerche (aspetti positivi vs criticità di strumenti e sistemi tecnologici sperimentati). Il confronto e l’incrocio di tali dati, attraverso un approccio bottom-up, ha permesso di definire alcuni “temi emergenti”;
- 2) definiti tali temi, si è proceduto a verificare se e come ciascun articolo trattasse quel particolare tema e quali prospettive ne proponesse ogni autore, analizzando le trattazioni e le prospettive con l’obiettivo di rispondere alla seconda e alla terza domanda di ricerca.

3. I RISULTATI

3.1. Come si realizza il rapporto fra tecnologie e valutazione nei diversi livelli di istruzione?

Come si desume dalla Tabella 2, la maggioranza degli articoli analizzati (19) interessa i percorsi di istruzione universitaria. Gli altri studi riguardano in misura paritaria la scuola primaria e quella secondaria; non sono state reperite ricerche riguardanti la scuola dell’infanzia.

Livello Scolastico	N. Articoli	% Articoli
Scuola primaria	3	9,1%
Scuola primaria/ secondaria	3	9,1%
Scuola Secondaria	8	24,2%
Università	19	57,6%
TOTALE	33	100%

Tabella 2. Diffusione dell’uso delle tecnologie per la valutazione per ordine scolastico.

Per quanto concerne gli ambiti disciplinari, l’uso delle tecnologie per la valutazione è diffuso in tutte le aree, come si evince dalla Tabella 3. Un quinto delle ricerche (21,2%) non riguarda un ambito disciplinare specifico, ma propone l’uso delle tecnologie per la valutazione come approccio pluridisciplinare. Il 15,2% delle ricerche riguarda la valutazione delle competenze di *collaborative problem solving (CPS)* sia nella scuola secondaria che all’università; in particolare, nella scuola secondaria, metà degli studi analizzati (4) tratta della valutazione di questa particolare competenza.

Se le esperienze condotte in ambito linguistico e matematico/scientifico sono presenti nei diversi ordini di scuola, quelle condotte nel campo informatico/statistico riguardano esclusivamente l’istruzione universitaria.

Ambito	N Articoli	% Articoli
Linguistico	7	21,2%
Psicologico	1	3%
Matematico/scientifico	7	21,2%
Medico	1	3%
Informatico/statistico	5	15,2%
CPS	5	15,2%
Discipline multiple	7	21,2%
TOTALE	33	100%

Tabella 3. Diffusione dell'uso delle tecnologie per la valutazione per ambito disciplinare.

3.2. Quali le proposte e i nuovi scenari valutativi identificati dalla ricerca?

L'analisi qualitativa ha condotto a identificare alcuni temi emergenti, che permettono di rispondere alle due domande di ricerca:

- Q2 “Quali sono le recenti proposte che la ricerca avanza riguardo all'uso delle tecnologie per la valutazione?” e
- Q3 “Quali sono i nuovi scenari valutativi che la ricerca in questo settore permette di identificare?”.

Si presenta qui di seguito una panoramica di tali temi, che verranno poi ripresi nel paragrafo dedicato alla discussione dei risultati, proponendone una lettura volta a rispondere più specificamente alle questioni indagate dalla rassegna.

3.2.1. Prove valutative computer-based: atteggiamenti e percezioni degli stakeholder

Un primo tema riguarda *le percezioni e gli atteggiamenti degli stakeholder verso gli ambienti computer-based (CBA)* utilizzati per la valutazione, un aspetto importante dell'esperienza scolastica e universitaria che ha un profondo impatto sulle modalità con le quali gli studenti si accostano allo studio e all'apprendimento (Struyven, Dochy, & Janssens, 2005).

Rispetto a questo tema, tuttavia, i risultati di ricerca non si delineano del tutto uniformi. Kim (2015) individua, infatti, nei soggetti coinvolti una varietà di atteggiamenti che vanno dall'entusiasmo verso i sistemi digitali rispetto a quelli su carta o face-to-face alla completa resistenza o ansia nell'utilizzo degli stessi, seppure, sia studenti che docenti, riconoscano gli strumenti per il CBA come strumenti da impiegare a integrazione di quelli tradizionali: i soggetti rilevano che l'uso del CBA richiede più tempo e sforzi maggiori rispetto all'uso di metodi più tradizionali. Analoghi elementi di difficoltà vengono confermati dai sei docenti, ma non dai numerosi studenti, partecipanti alla ricerca degli australiani Debus e Lawley (2016). Un ulteriore evidente aspetto critico messo in luce dai docenti risulta l'adozione di criteri valutativi non specificamente predisposti fin dall'inizio per il sistema di valutazione digitale.

In un numero maggiore di ricerche vengono, invece, sottolineati gli effetti positivi dell'uso di ambienti computer-based a scopo valutativo, in particolare analizzando l'atteggiamento degli studenti nei confronti

dei CBA, sia a livello di scuola primaria (Yurdaban & Uzunkavak, 2012) che a livello universitario (Deutsch, Hermann, Frese, & Sandholzer, 2012; Odo, 2012; Wang, 2014). Gli studenti mettono in evidenza la facilità d'uso, la validità dei feedback interattivi e la possibilità di svolgere più tentativi. Viene segnalata, inoltre, una relazione positiva fra l'esperienza d'uso del computer e dell'interfaccia web e la percezione di facilità d'uso.

Anche nelle ricerche di Hettiatachchi, Huertas e Mor (2015), di Jurado, Redondo e Ortega (2014) e di Debusse e Lawley (2016), gli studenti coinvolti mostrano di gradire i test di valutazione continua (disponibilità costante di test formativi forniti dal sistema informatico lungo tutto il corso dell'insegnamento e caratterizzati da feedback immediato) all'interno di un sistema di e-learning e mettono in luce l'utilità del feedback ottenuto. Neumann, Hood e Neumann (2012) rilevano, inoltre, che la prova valutativa online con supporto di simulazioni viene ritenuta efficace dagli studenti per le sue potenzialità di facilitare l'apprendimento e la comprensione dei concetti proposti, soprattutto grazie alla natura "visiva" delle simulazioni e alla possibilità di mettere alla prova le proprie congetture in ambiente digitale. Analoghi risultati sono stati evidenziati nella modalità interattiva utilizzata nella ricerca di Quellmalz et al. (2013) presentata in un paragrafo successivo, dove sono stati ottenuti feedback immediati e alta motivazione.

3.2.2. Prove valutative web-based come supporto all'apprendimento

Un secondo tema emergente riguarda il potenziale dell'*assessment* in ambienti online come strumento a supporto dell'apprendimento. Secondo gli studi presi in considerazione, rispetto ai contesti tradizionali che utilizzano "carta e penna", il formato digitale amplia largamente le potenzialità formative grazie alla possibilità di mettere in gioco simulazioni, situazioni *real-life*, decisa interattività, *mobile*, ecc.

Come rilevano, ad esempio, Cisterna, Williams e Merritt (2013), in una ricerca a livello di scuola primaria e secondaria, le prove proposte in formato digitale hanno permesso di esaminare immediatamente i progressi degli studenti in ciascuna unità d'apprendimento proposta, di stimolare i collegamenti fra i contenuti in via di acquisizione e le precedenti esperienze o conoscenze possedute dai ragazzi e, da ultimo, di avere un continuo controllo, da parte dell'insegnante, dei progressi degli studenti in modo da adeguare i successivi stimoli. Anche Sheard e Chambers (2014), nella loro ricerca condotta con alunni della scuola primaria, dimostrano gli effetti positivi di prove valutative somministrate in itinere attraverso un dispositivo palmare rispetto a strumenti valutativi "tradizionali". A spiegazione dei risultati, gli autori osservano che «*mantenere l'empatia con i ragazzi attraverso l'impiego di strumenti tecnologici coinvolgenti, sostenuti da adeguate strategie di apprendimento e valutazione, sembra essere una potente modalità per rendere l'apprendimento effettivo, efficace e motivante*» (Sheard & Chambers, 2014, p. 9).

Altre ricerche (Wilson, Olinghouse, & Andrata, 2014; Tang, Rich, & Wang, 2012; Wang, 2014) approfondiscono ulteriormente l'analisi sull'efficacia formativa delle prove valutative web-based, indagando e mettendo in luce l'efficacia e la maggior valenza formativa del *feedback automatico* fornito dal sistema tecnologico: tali feedback molto tempestivi coinvolgono, infatti, gli studenti in processi ciclici di revisione dei propri compiti/prodotti, con conseguente sviluppo di competenze; inoltre, l'uso di feedback automatico condurrebbe i docenti, secondo Tang, Rich e Wang (2012), ad abbandonare il tradizionale ruolo trasmissivo e di "unico detentore del sapere da fornire", per acquisirne uno supportivo e facilitante.

Ulteriore elemento d'interesse riguarda la possibilità di creare contesti di valutazione *autentica*. In una ricerca svolta con studenti universitari, in un ambiente *mobile* di valutazione, Conejo, Garcia-Vinas, Gastón e Barros (2016), oltre a ottenere buoni risultati riguardo al positivo impatto sull'apprendimento (già riscontrato da Cisterna et al. (2013), per gli alunni di scuola primaria e secondaria), dimostrano ulteriori vantaggi delle prove proposte in tale ambiente *mobile* rispetto a quelle proposte su carta, in quanto non è necessaria la presenza del docente durante la prova, i feedback vengono forniti in modo personalizzato, la motiva-

zione è più alta e, da ultimo, le prove possono essere svolte all'interno di scenari molto più simili a quelli tipici delle situazioni *real-world*. La questione dell'autenticità della valutazione viene affrontata anche da Osborne, Dunne e Farrand (2013), che però, a differenza di Conejo et al. (2016), ritengono che tale efficace caratteristica dell'ambiente valutativo non derivi prevalentemente dalla disponibilità delle tecnologie, ma piuttosto dall'allineamento delle stesse con uno specifico progetto pedagogico che, facendo leva sulle *affordance* delle tecnologie stesse, promuova un contesto in cui gli studenti sperimentino modalità d'azione tipiche del mondo *real life*.

3.2.3. Efficacia di ambienti valutativi digitali: “libertà dai limiti della carta”

Un terzo tema emergente riguarda l'efficacia delle prove in relazione alle diverse tecnologie impiegate (carta e penna, strumenti digitali fissi, *mobile*, ecc.). Con un'espressione particolarmente significativa, Newhouse (2013) parla di “libertà dai limiti della carta” per rendere chiare le potenzialità degli ambienti digitali nel rispondere in modo più adeguato alle funzioni e alle esigenze dei processi di valutazione.

In una ricerca quasi-sperimentale, condotta su alunni di scuola primaria, Lin (2016) rileva che le prove somministrate via computer, sia con format statici che dinamici, favoriscono la percezione di una più facile comprensione degli item da parte degli allievi, anche se i risultati nelle prove CBA non sono poi effettivamente migliori di quelli su carta; aspetto che l'autore imputa alla natura particolarmente complessa dei contenuti proposti. La ricerca sottolinea comunque che i test CBA si basano su strumenti che generano minore ansietà negli studenti, determinando maggiore “confidenza”, intesa come «*credenza interna, percepita dai soggetti, della propria accuratezza nel fornire la risposta corretta*» (Lin, 2016, p. 498).

Risultati in linea con i precedenti sono ottenuti anche da Nikou e Economides (2016) che, mettendo a confronto tre gruppi di studenti di scuola secondaria impegnati in attività di autovalutazione degli apprendimenti attraverso prove erogate su supporti diversi, carta (PBA), computer (CBA), *mobile* (MBA), rilevano che fra pre-test e post-test nei gruppi CBA e MBA si ottengono miglioramenti significativi degli apprendimenti e, inoltre, aumentano sostanzialmente i valori di motivazione intrinseca, estrinseca e di auto-efficacia. A commento di questi risultati, gli autori rimarcano che l'interesse provato dagli adolescenti verso gli strumenti digitali, in particolare per quelli *mobile*, e le loro credenze rispetto alla propria autoefficacia in ambienti digitali vissuti come familiari e conosciuti, stimola una maggiore motivazione ad impegnarsi nelle prove, con conseguenti effetti di più profondo coinvolgimento e migliori apprendimenti; effetti rilevati, in questa ricerca, soprattutto nei ragazzi di basse e medie capacità.

L'efficacia del supporto digitale, in particolar modo di tipo interattivo, è provata anche in un'ampia ricerca americana condotta da Quellmalz et al. (2013), in cui vengono messe a confronto tre condizioni di valutazione svolte con test a risposta multipla in un ambiente online: statica (test a scelta multipla con uso di immagini statiche), dinamica (test con uso di animazioni come, ad esempio, video di esperimenti scientifici) e interattiva (test con la possibilità per gli studenti di manipolare gli esperimenti simulando così una situazione laboratoriale). I risultati dimostrano che la modalità interattiva delle prove online conduce a discriminare molto più efficacemente le capacità degli studenti nei tre diversi livelli di conoscenza scientifica valutata (conoscenza, applicazione, capacità d'indagine). In particolare, la modalità valutativa interattiva, a differenza di quella statica, permette di rilevare efficacemente la capacità d'indagine scientifica e, in tal senso, gli autori invitano a considerare tale modalità come una strategia valutativa indispensabile in ambito scientifico.

In contesto universitario, Kalogeropoulos, Tzigounaki, Pavlatou e Boudouvis (2013) provano la maggiore efficacia didattica, grazie al continuo feedback automatico – indagato anche da Wilson, Olinghouse e Andrata, 2014; Tang et al., 2014; Wang, 2014 – di un CBA, per verificare le capacità di programmazione Fortran rispetto a un test carta e penna. Come riflettono gli autori, è chiaro che le performance significativa-

mente migliori nei gruppi di studenti che usano il CBA sono dovute alle facilitazioni offerte dall'ambiente digitale, quali la marcatura automatica degli errori di scrittura e la proposta di possibili alternative di scrittura del codice, che permettono agli studenti di evitare errori.

Un elemento di riflessione viene da Barret et al. (2014), i cui risultati confermano in qualche modo quelli di Deutsch, Hermann, Frese e Sandholzer (2012) e Odo (2012), sulla relazione fra esposizione precedente e/o familiarità con prove al computer e percezione di facilità, o successo della prova stessa. Nella loro ricerca, gli autori affrontano il problema della congruità fra mezzi utilizzati per prendere appunti durante i corsi – con carta e penna o via computer – e quelli impiegati per affrontare i test valutativi finali, sostenendo che gli studenti trarrebbero beneficio dall'uso di strumenti della stessa natura (carta e penna vs digitali) nelle due fasi del percorso.

3.2.4. Strumenti per la valutazione dei processi di interazione e collaborazione

Un quarto tema emergente riguarda le tecnologie a supporto della valutazione delle interazioni e dei processi collaborativi fra studenti. È questo il caso dei Learning Analytics, che si riferiscono, secondo la definizione adottata dalla Società for Learning Analytics Research (SoLAR), «*alla misurazione, alla raccolta, all'analisi e alla presentazione dei dati sugli studenti e sui loro contesti, ai fini della comprensione e dell'ottimizzazione dell'apprendimento e degli ambienti in cui ha luogo*» (Ferguson, 2012, p. 139).

Chigne, Labra Gayo, Alva Obeso, Ordonez De Pablo e Cueva Lovelle (2016) utilizzano uno strumento di valutazione in grado di analizzare statisticamente una serie di indici di partecipazione e modalità di lavoro degli studenti in ambiente online, dimostrando – seppure con numero ridotto di studenti – «*un'affidabilità e una robustezza valutativa del sistema implementato, maggiore rispetto a quella dei metodi tradizionalmente utilizzati in quel tipo di contesto*» (p. 1643).

Un diverso approccio è quello della valutazione di CPS (Greiff, Wüstenberg, Holt, Goldhammer, & Funke, 2013), ritenuti oggi oggetto di grande interesse in relazione alle competenze richieste nel XXI secolo (Siddiq & Scherer, 2017). Secondo alcuni autori, non risulterebbe del tutto adeguato proporre attività valutative di CPS attraverso “semplici” item cui rispondere per iscritto, come avviene nelle prove nazionali o internazionali quali quelle Invalsi e OCSE/Pisa, mentre sarebbe auspicabile l'utilizzo di item più complessi, più adatti a valutare abilità e competenze collaborative di problem solving (Timmis et al., 2016).

Pur sottolineando come la ricerca in questo settore sia ancora allo stato nascente (Nouri, Åkerfeldt, Fors, & Selander, 2017), uno scenario di particolare interesse è proposto da Rosen e Foltz (2014), che esaminano le differenze nella performance degli studenti nel CPS, confrontando la metodologia H-H (interazione tra studenti) e H-A (interazione tra studenti e agenti virtuali). Lo studio dimostra che gli studenti quattordicenni coinvolti nello studio, collaborando con un *computer agent*, mostrano un livello più alto di performance nei processi collaborativi rispetto a quelli che collaborano con una controparte “umana”, quali comprensione condivisa, monitoraggio dei progressi e feedback. Non ci sono, invece, significative differenze fra situazioni H-H e quelle H-A per quanto riguarda la capacità di risoluzione di problemi e il tempo dedicato allo svolgimento del compito. L'interesse che l'interazione H-A suscita a livello valutativo è data dal fatto che mentre nella collaborazione tra studenti la performance può essere influenzata dalle abilità di CPS del “collaboratore-valutatore” (umano) che, dunque, influenza la qualità della performance del “collaboratore-valutato”, nel caso di interazione H-A l'agente virtuale ha uno spettro di abilità predeterminate, controllabili e standardizzabili che, quindi, facilitano la comparazione tra le performance del “collaboratore-valutato”. Inoltre, se nell'interazione tra studenti c'è la tendenza al consenso per giungere più velocemente a una risoluzione del problema, nell'interazione virtuale possono essere previste anche strategie fuorvianti e situazioni di disaccordo. L'utilizzo, quindi, di agenti virtuali non costituirebbe una limitazione, ma produrrebbe, anzi, una maggiore possibilità di rendere la valutazione più efficace. Riprendendo recentemente

tale sperimentazione, uno degli autori rileva ulteriori vantaggi legati all'interazione con un agente virtuale: assenza di competitività percepita dagli studenti nella condizione H-A e uguali opportunità per ogni studente di mostrare le proprie capacità di CPS, in quanto l'agente è programmato per fornire lo stesso aiuto e le stesse strategie a ognuno (Rosen, 2017).

In linea con questi studi, Herborn, Mustafic e Greiff (2017), in una ricerca condotta con studenti di scuola secondaria basata sull'utilizzo di uno strumento di valutazione CPS in modalità H-A, individuano tre tipologie di studenti rispetto alla capacità collaborative: (non) collaboratori passivi a basso rendimento; collaboratori attivi ad alto rendimento, con buone performance e media capacità di collaborazione con gli agenti; collaboratori compensatori, che compensano le basse capacità di problem solving con la collaborazione attiva. Differenziandosi dalla posizione dei precedenti ricercatori, Siddiq e Scherer (2017) sottolineano l'inautenticità di una valutazione svolta su processi di collaborazione fra umani e avatar *e/o computer agent*, ritenendo maggiormente autentica la situazione di collaborazione studente-studente in ambienti digitali che stimolano l'interazione e favoriscono la partecipazione di tutti gli studenti al processo di risoluzione del problema, indipendentemente dalle loro capacità iniziali.

3.2.5. Altri temi

Vi sono ulteriori temi che, seppure meno frequenti nelle ricerche considerate, emergono e vengono, quindi, brevemente accennati di seguito. Il primo di questi riguarda l'uso di ambienti digitali per la *valutazione fra pari ai fini dell'apprendimento*. In questo caso, la tecnologia costituisce il mezzo per la realizzazione di ambienti che permettono la messa in campo di attività difficilmente realizzabili in contesti carta e penna. Si tratta, ad esempio, della valutazione con revisione plurima *e/o* cieca da parte degli studenti sui lavori/progetti dei loro pari. Nel loro studio, Boubouka e Papanikolaou (2013) rilevano che l'ambiente online caratterizzato da sessioni di attività di *peer feedback* e *peer review* – un sistema formativo flessibile specificamente progettato a supporto dell'organizzazione del lavoro degli studenti in alcune fasi di un ciclo di apprendimento, denominato MyProject – si dimostra efficace per due ordini di ragioni. Da un lato, esso permette di mettere in atto attività assai complicate da gestire al di fuori dell'ambiente digitale, in cui i processi di anonimato sarebbero molto più difficili e laboriosi; dall'altro, i risultati positivi ottenuti dagli studenti in termini di “importanti miglioramenti” dei progetti iniziali permettono di considerare molto positive le caratteristiche dell'ambiente digitale usato per la realizzazione e il successo delle attività. Le sue funzionalità vengono, inoltre, apprezzate dagli studenti per il supporto del ciclo d'apprendimento.

Un altro tema riguarda l'*uso delle e-rubric* come strumenti che supportano l'autoregolazione dell'apprendimento da parte degli studenti. I risultati ancora solo parziali di una ricerca svolta presso sei università spagnole ed altri enti formativi in Brasile, Messico e Svezia (Robles, Angulo, & De La Serna, 2014) evidenziano le maggiori potenzialità delle *e-rubric* realizzate rispetto alla loro controparte su supporto cartaceo, relativamente a: l'interoperabilità con altri strumenti elettronici; la geolocalizzazione e, quindi, la possibilità di personalizzare il processo valutativo anche in relazione all'uso del *mobile* (cfr. anche Nikou & Economides, 2016); una valutazione con utilizzo di criteri sia numerici che qualitativi in modo facile e veloce; la comunicazione e la condivisione di significati fra chi valuta e chi è valutato anche attraverso l'impiego di linguaggi non linguistici *e/o* ipermediali; l'organizzazione degli studenti in gruppi e la valutazione di gruppo; l'acquisizione di dati facilmente esportabili e quindi analizzabili; l'interazione e il confronto fra più docenti/valutatori; l'utilizzo simultaneo di medesimi criteri, indicatori e descrittori relativi a una competenza espressi in più lingue (aspetto particolarmente interessante all'interno di una comunità di pratica comprendente studenti di varie nazionalità simile a quella formatasi nel contesto della ricerca di Robles et

al., 2014). L'impiego continuo e sistematico di *e-rubric* condurrebbe gli studenti a interiorizzare i criteri valutativi in relazione alla valutazione formativa e a capire gli standard richiesti dalla prestazione finale.

4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Il presente lavoro, intrapreso anche allo scopo di portare all'attenzione dei contesti di ricerca e di formazione italiani il tema del rapporto fra valutazione e tecnologie, rappresenta l'unica rassegna sistematica in lingua italiana di ricerche realizzate nell'ultimo decennio che indaga lo specifico tema lungo tutto il ciclo dell'istruzione formale dalla scuola dell'infanzia all'università. Lo studio ha inteso delineare un quadro d'insieme relativo all'uso delle tecnologie per l'*assessment* dal punto di vista della ricerca educativa; ha anche mirato ad indagare se e come le tecnologie contribuiscano a modificare i processi valutativi messi in atto nell'istruzione formale, rispetto alla loro realizzazione in chiave "tradizionale".

La ricerca svolta presenta alcuni limiti. La consultazione di database che gestiscono esclusivamente articoli di ricerca educativa, seppure sia stata una scelta ponderata, può rappresentare anche un limite. L'accesso a banche dati più generaliste avrebbe probabilmente condotto a risultati diversi, soprattutto in relazione ad aspetti quantitativi come la grandezza del campione della ricerca, la distribuzione delle ricerche nelle diverse aree disciplinari e l'ampiezza del ventaglio di temi emergenti.

Nonostante tali limiti, si ritiene che i risultati ottenuti permettano di proporre alcune considerazioni volte a rispondere alle domande di ricerca e alcune conseguenti riflessioni e prospettive.

In riferimento alla prima domanda di ricerca, "come si realizza il rapporto fra tecnologie e valutazione nei diversi livelli di istruzione secondo il punto di vista della ricerca educativa?", si è constatato che l'impiego delle tecnologie per l'*assessment* è stato studiato in relazione a tutti gli ordini dell'istruzione formale, esclusa la scuola dell'infanzia², seppure con una prevalenza dei contesti universitari (probabilmente perché più facilmente accessibili ai ricercatori). Riguardo agli ambiti disciplinari coinvolti, non sembrano esservi delle nette prevalenze di un'area rispetto ad altre. In relazione agli oggetti valutati, un elemento d'interesse risulta essere la facilitazione, offerta dagli strumenti tecnologici, nella messa in atto di processi valutativi orientati non solo all'analisi di prodotti, ma anche a quella di processi, come ad esempio le capacità di collaborazione, quella di indagine scientifica e di *problem solving*. Queste competenze risultano, peraltro, far parte di quelle soft skills attualmente oggetto, nel nostro paese, di un diffuso dibattito in relazione alle attività di alternanza scuola-lavoro, oltre che a livello internazionale, in quanto competenze cruciali per l'educazione del XXI secolo e necessarie per affrontare le sfide complesse che in esso si pongono (Word Economic Forum, 2016a). Così come evidenziato anche da un documento del Word Economic Forum (2016b), la presente ricerca ha dimostrato che le tecnologie possono risultare strumenti particolarmente promettenti in tale senso.

Riguardo alla seconda domanda di ricerca, sulle recenti proposte avanzate dalla ricerca in merito all'uso delle tecnologie per la valutazione, va rilevato che l'integrazione delle tecnologie nelle attività di valutazione sembra generalmente favorire la messa in atto di processi a supporto dell'apprendimento. Innanzitutto, in relazione agli aspetti motivazionali, la maggior parte delle ricerche ha messo in luce l'atteggiamento positivo degli studenti nei confronti dei processi valutativi computer-based; come suggeriscono Sheard e Chambers (2014) e Nikou e Economides (2016), l'impiego di tecnologie familiari ai giovani, come quelle *mobile*, incoraggia e sostiene l'impegno dei ragazzi o comunque, come riferisce Lin (2016), ne diminuisce l'ansietà di fronte alla valutazione. In secondo luogo, negli studi esaminati, sembrerebbe che le potenzialità

² È da tenere presente in tal senso che in questo ordine scolastico è la valutazione stessa ad essere un aspetto didattico meno considerato che negli altri livelli formativi.

offerte dal sussidio tecnologico, quali l'interattività, la simultaneità d'uso di più sussidi per la risoluzione di problemi più o meno complessi e la dinamicità degli ambienti, favoriscono la comprensione delle prove valutative, l'interiorizzazione dei criteri valutativi, l'acquisizione di abilità e competenze utili o necessarie per affrontare la performance.

Gli aspetti più interessanti si riferiscono comunque alla terza domanda di ricerca, che riguarda i nuovi scenari valutativi che la ricerca in questo settore permette di identificare. Sono, infatti, varie le funzionalità che accentuano la valenza *formativa* della valutazione (Conejo, Garcia-Vinas, Gastón, & Barros, 2016; Jurado, Redondo, & Ortega, 2014; Tang et al., 2014; Wang, 2014; Wilson et al., 2014), innanzitutto l'uso del feedback che, in ambiente tecnologico, può realizzarsi come dispositivo continuo e automatico. Tali potenzialità sembrano accentuarsi con l'impiego di tecnologie *mobile*: in questo caso, le prove e i conseguenti feedback possono assumere una completa sensibilità allo specifico contesto, personalizzando completamente il processo valutativo.

Esistono, inoltre, altre tecniche, come quelle a supporto dei processi di valutazione fra pari o le *e-rubrics*, che conservano le potenzialità delle corrispondenti tecnologie tradizionali (carta e penna), ma ne facilitano la messa in atto e potenziano i processi valutativi, aprendo a nuovi scenari che, come sottolineano Rosen e Foltz, «*non risulterebbero realizzabili in altro modo se non attraverso la tecnologia*» (2014, p. 397).

Quanto emerso dalla rassegna è, dunque, un quadro ampiamente positivo dell'impiego delle odierne tecnologie per la valutazione. L'integrazione delle tecnologie nei processi valutativi sembra costituire un motore di innovazione della valutazione – considerata da molti un dominio caratterizzato da un certo conservatorismo (Perrotta, 2014) – avvicinandola così maggiormente all'approccio *learner centered* dell'insegnamento e dell'apprendimento e rendendola coerente con questi processi, come auspicato dalle più recenti prospettive di ricerca sulla valutazione (Sweeney et al., 2017). L'efficacia dell'integrazione tra tecnologia e *assessment* appare, infatti, evidente sia nei processi di valutazione sommativa che formativa, e tale simbiosi sembra avvicinare maggiormente gli studenti alla valutazione (tipicamente concepita, invece, come lontana e spesso ostile) proprio grazie alla loro familiarità e dimestichezza con strumenti tecnologici e *mobile*.

Un'area che emerge come meno esplorata, che le ricerche sembrerebbero considerare forse in modo ancora poco approfondito, riguarda i possibili effetti negativi e i bias dell'integrazione tra valutazione e tecnologia: vi sono aspetti che sconsigliano tale integrazione? O ancora, quali sono i limiti da essa generati? Si tratta di aspetti che ci sembra possa essere particolarmente importante conoscere per evitare sia gli eccessivi ottimismo di alcuni che lo scetticismo o il rifiuto *tout court* di altri.

Da ultimo, un'ulteriore frontiera che appare rilevante è quella della formazione e dell'accompagnamento dei docenti all'uso delle tecnologie nei processi valutativi, cosicché possano comprendere, sperimentare e riflettere su nuovi strumenti integrati e sul loro impatto sugli esiti di apprendimento e sui meccanismi di interazione e collaborazione da essi generati, favorendo così una ancor maggiore diffusione e consapevolezza di tali pratiche, così come auspicato dalla ricerca (Hols-Elders et al., 2008; Kim, 2015).

5. RICONOSCIMENTI

L'articolo è stato scritto in collaborazione fra le tre autrici, ma la stesura dei paragrafi ha seguito le seguenti attribuzioni: D. Tonelli ha scritto i paragrafi 2, 3.1 e la sezione “Strumenti per la valutazione dei processi di interazione e collaborazione” del paragrafo 3.2; V. Grion ha scritto il paragrafo 1, la sezione “Prove valutative web-based a supporto dell'apprendimento” del paragrafo 3.2 e, insieme ad A. Serbati, il paragrafo 4; A. Serbati ha scritto il paragrafo 3.2 ad eccezione delle sezioni elaborate dalle altre autrici.

6. BIBLIOGRAFIA

- Barrett, M.E., Swan, A.B., Mamikonian, A., Ghajoyan, I., Kramarova, O., & Youmans, R.J. (2014). Technology in Note Taking and Assessment: The Effects of Congruence on Student Performance. *International Journal of Instruction*, 7(1), 49-58.
- Boubouka, M., & Papanikolau, K.A. (2013). Alternative assessment methods in technology enhanced project-based learning. *International Journal of Learning Technology*, 8(3), 263-296. doi: 10.1504/IJLT.2013.057063
- Boud, D. (2000). Sustainable assessment: rethinking assessment for the learning society. *Studies in Continuing Education*, 22(2), 151-167. doi: 10.1080/713695728
- Boud, D., & Soler, R. (2015). Sustainable assessment revisited. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 41(3), 400-413. doi: 10.1080/02602938.2015.1018133
- Brantmeier, C., Vanderplank, R., & Strube, M. (2012). What about me? Individual Self-Assessment by Skill and Level of Language Instruction. *System: An International Journal of Educational Technology and Applied Linguistics*, 40(1) 144-160. doi:10.1016/j.system.2012.01.003
- Cantillon, P., Irish, B., & Sales, D. (2004). Using computers for assessment in medicine. *British Medical Journal*, 329(7466), 606–609. doi: 10.1136/bmj.329.7466.606
- Cisterna, D., Williams, M., & Merritt, J. (2013). Students' Understanding of Cells & Heredity: Patterns of Understanding in the Context of a Curriculum Implementation in Fifth & Seventh Grades. *American Biology Teacher*, 75(3) 178-184. doi: 10.1525/abt.2013.75.3.6
- Chigne, H.S., Labra Gayo, J.M., Alva Obeso, M.E., Ordonez De Pablo., P., & Cueva Lovelle, J.E. (2016). Towards the Implementation of the Learning Analytics in the Social Learning Environments for the Technology-Enhanced Assessment in Computer Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*, 32(4), 1637-1646.
- Conejo, R., Garcia-Vinas, J., Gastón, A., & Barros, B. (2016). Technology-Enhanced Formative Assessment of Plant Identification. *Journal of Science Education & Technology*, 25(2), 203-221. doi: 10.1007/s10956-015-9586-0
- Conole, G., & Warburton, B. (2005) A review of computer-assisted assessment. *ALT-J*, 13(1), 17-31. doi: 10.1080/0968776042000339772
- de Klerk, S., Veldkamp, B. P., & Eggen, T. J. (2015). Psychometric analysis of the performance data of simulation-based assessment: A systematic review and a Bayesian network example. *Computers & Education*, 85, 23-34. doi: 10.1016/j.compedu.2014.12.020
- Debusse, J. C. W., & Lawley, M. (2016). Benefits and drawbacks of computer-based assessment and feedback systems: Student and educator perspectives. *British Journal of Educational Technology*, 47(2), 294-301. doi: 10.1111/bjet.12232
- Deutsch, T., Hermann, K., Frese, T., & Sandholzer, H. (2011). Implementing computer-based assessment – A web-based mock examination changes attitudes. *Computers and Education*, 58(4), 1068-1075. doi: 10.1016/j.compedu.2011.11.013
- Ferguson, R. (2012). Learning analytics: fattori trainanti, sviluppi e sfide. *TD Tecnologie Didattiche*, 22(3), 138-147. doi: 10.17471/2499-4324/183

- Flanagan, E., & Hall, T. (2017). Digital Ensemble: The ENa CT design-based research framework for technology-enhanced embodied assessment in English education. *English in Education*, 51(1), 76-99. doi: 10.1111/eie.12136
- Greiff, S., Wüstenberg, S., Holt, D., Goldhammer, F., & Funke, J. (2013). Computer-based assessment of Complex Problem Solving: concept, implementation, and application. *Educational Technology Research & Development*, 61(3), 407-421. doi: 10.1007/s11423-013-9301-x
- Grion V., & Cesareni, D. (2016). Multiplicity, fluidity, dialogue and sharing: keywords to understand the complex dynamics between human learning and technology [Editorial]. *QWERTY*, 11(1), 5-10. Retrieved from <http://www.ckbg.org/qwerty/index.php/qwerty/issue/view/34>
- Grion V., & Serbati A. (2017). *Assessment for Learning in Higher Education. Nuove prospettive e pratiche di valutazione all'università*. Lecce, IT: Pensa Multimedia.
- Grion, V., Serbati, A. Tino, C., & Nicol, D. (2017). Ripensare la teoria della valutazione e dell'apprendimento all'università: un modello per implementare pratiche di peer review. *Giornale Italiano della Ricerca Educativa*, 10(19), 1-17.
- Herborn, K., Mustafic, M., & Greiff, S. (2017). Mapping an Experiment-Based Assessment of Collaborative Behavior onto Collaborative Problem Solving in PISA 2015: A Cluster Analysis Approach for Collaborator Profiles. *Journal of Educational Measurement*, 54(1) 103-122. doi: 10.1111/jedm.12135
- Hettiatachchi, K.H.L.W., Huertas, M.A., & Mor, E. (2015). E-Assessment System for Skill and Knowledge Assessment in Computer Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*, 31(2), 529-540.
- Hols-Elders, W., Bloemendaal, P., Bos, N., Quaak, M., Sijstermans, R., & Jong, P. (2008). Twelve tips for computer-based assessment in medical education. *Medical Teacher*, 30, 673-678. doi: 10.1080/01421590802279595
- Ifenthaler, D., (2014). Toward Automated Computer-Based Visualization and Assessment of Team-Based Performance. *Journal of Educational Psychology*, 106(3), 651-66. doi: 10.1037/a0035505
- Jurado, F., Redondo, M., & Ortega, M. (2014). Elearning standards and automatic assessment in a distributed eclipse based environment for learning computer programming. *Computer Applications in Engineering Education*, 22(4), 774-787. doi: 10.1002/cae.21569
- Kalogeropoulos, N., Tzigounakis, I., Pavlatou, E. A., & Boudouvis, A.G. (2013). Computer-based assessment of student performance in programming courses. *Computer Applications in Engineering Education*, 21(4), 671-683. doi: 10.1002/cae.20512
- Kemp, J., Mellor, A., Kotter, R., & Oosthoek, J.W. (2012). Student-Produced Podcasts as an Assessment Tool: An Example from Geomorphology. *Journal of Geography in Higher Education*, 36(1), 117-130. doi: 10.1080/03098265.2011.576754
- Kim, J. (2015). A Study of Perceptual Typologies on Computer Based Assessment (CBA): Instructor and Student Perspectives. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(2), 80-96.
- Lin, J.W. (2016). Development and Evaluation of the Diagnostic Power for a Computer-Based Two-tier Assessment. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 497-511. doi: 10.1007/s10956-016-9609-5

- McKenna, C. (2000). Using computers to assess humanities: Some results from the national survey into the use of Computer Assisted Assessment (CAA). *Computers & Texts*. Web Supplement, 18/19, A6-A7.
- Neumann, D.L., Hood, M., & Neumann, M.M. (2012). Evaluation of Computer-Based Interactive Simulations in the Assessment of Statistical Concepts. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 19(1), 17-24.
- Newhouse, C.P. (2013). Computer-Based Exams in Schools: Freedom from the Limitations of Paper? *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 8(3) 431-447.
- Nguyen, Q., Rienties, B., Toetnel, L., Ferguson, R., & Whitelock, D. (2017). Examining the designs of computer-based assessment and its impact on student engagement, satisfaction, and pass rates. *Computers in Human Behavior*, 76, 703-714. doi: 10.1016/j.chb.2017.03.028
- Nikou, S.A., & Economides, A.A. (2016). The impact of paper-based, computer-based and mobile-based self-assessment on students' science motivation and achievement. *Computers in Human Behavior*, 55, 1241-1248. doi: 10.1016/j.chb.2015.09.025
- Nouri, J., Åkerfeldt, A., Fors, U., & Selander, S. (2017). Assessing Collaborative Problem Solving Skills in Technology-Enhanced Learning Environments – The PISA Framework and Modes of Communication. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 12(4), 163-174. doi: 10.3991/ijet.v12i04.6737
- Odo, D.M. (2012). Computer Familiarity and Test Performance on a Computer-Based Cloze ESL reading Assessment. *Teaching English with Technology*, 12(3), 18-35.
- Oldfield, A., Broadfoot, P., Sutherland, R., & Timmis, S. (2012). *Assessment in a Digital Age: A research review*. Retrieved from <http://www.bristol.ac.uk/education/research/sites/tea/publications/index.html>
- Osborne, R., Dunne, E., & Farrand, P. (2013). Integrating technologies into “authentic” assessment design: an affordances approach. *Research in Learning Technology*, 21, 1-18. doi: 10.3402/rlt.v21i0.21986
- Perrotta, C. (2014). Innovation in technology-enhanced assessment in the UK and the USA: Future scenarios and critical considerations. *Technology, Pedagogy and Education*, 23(1), 103-119. doi: 10.1080/1475939X.2013.838453
- Race, P., Brown, S. & Smith, B. (2005). *500 tips on assessment* (2nd edition). New York, NY, USA: Routledge Falmer.
- Quellmalz, E.S., Davenport, J., Timms, M.J., Buckley, B.C., De Boer, G., Jordan, K.A., & Huang, C. (2013). Next-Generation Environments for Assessing and Promoting Complex Science Learning. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 110-114. doi: 10.1037/a0032220
- Robles, D.C., Angulo, J.S., & De La Serna, M. C. (2014). Federated eRubric Service to Facilitate Self-Regulated Learning in the University Model. *European Educational Research Journal*, 13(5), 575-584.
- Rosen, Y. (2017). Assessing Students in Human-to-Agent Settings to Inform Collaborative Problem-Solving Learning. *Journal of Educational Measurement*, 54(1), 36-53. doi: 10.1111/jedm.12131
- Rosen, Y., & Foltz, P.W. (2014). Assessing Collaborative Problem Solving through Automated Technologies. *Research & Practice in Technology Enhanced Learning*, 9(3), 389-410.

- Sheard, M.K., & Chambers, B. (2014). A case of technology-enhanced formative assessment and achievement in primary grammar: How is quality assurance of formative assessment assured? *Studies in Educational Evaluation*, 43, 14-23. doi: 10.1016/j.stueduc.2014.02.001
- Shute, V. J., & Rahimi S. (2016). Review of computer-based assessment for learning in elementary and secondary education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(1), 1-19. doi: 10.1111/jcal.12172
- Siddiq, F., & Scherer, R. (2017). Revealing the process of students' interaction with a novel collaborative problem solving task: An in-depth analysis of think-aloud protocols. *Computers in Human Behavior*, 76, 509-525. doi: 10.1016/j.chb.2017.08.007
- Sim, G., Holifield, P., & Brown, M. (2004). Implementation of computer assisted assessment: Lessons from the literature. *Research in Learning Technology*, 12(3), 215-229. doi: 10.3402/rlt.v12i3.11255
- Stobart, G. (2008). *Testing times, the uses and abuses of assessment*. Abingdon, UK: Routledge.
- Struyven K., Dochy F., & Janssens, S. (2005). Students' perceptions about evaluation and assessment in higher education: a review. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 30(4), 325-341. doi: 10.1080/02602930500099102
- Sweeney, T., West, D., Groessler, A., Haynie, A., Higgs, B., Macaulay, J., ... Yeo, M. (2017). Where's the transformation? Unlocking the potential of technology-enhanced assessment. *Teaching & Learning Inquiry*, 5(1). doi: 10.20343/5.1.5
- Tang, J., Rich, C.S., & Wang, Y. (2012). Technology-enhanced English Language Writing Assessment in the Classroom. *Chinese Journal of Applied Linguistics (De Gruyter)*, 35(4), 385-399. doi: 10.1515/cjal-2012-0029
- Timmis, S., Broadfoot, P., Sutherland, R., & Oldfield, A. (2016), Rethinking assessment in a digital age: opportunities, challenges and risks. *British Journal of Educational Technology*, 42(3), 454-476. doi: 10.1002/berj.3215
- Trinchero, R. (in press). Valutazione formante per l'attivazione cognitiva. Spunti per un uso efficace delle tecnologie per apprendere in classe. *Italian Journal of Educational Technology*. doi: 10.17471/2499-4324/1013.
- van der Kleij, F., Feskens, R. C., & Eggen, T. J. (2015). Effects of feedback in a computer based learning environment on students' learning outcomes: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 85(4), 475-511. doi: 10.3102/0034654314564881
- van der Kleij, F., Timmers, C., & Eggen, T. (2011). The effectiveness of methods for providing written feedback through a computer-based assessment for learning: A systematic review. *CADMO*, 19(1), 21-38. doi: 10.3280/CAD2011-001004
- Wang, Y. (2014). Use of Interactive Web-Based Exercises for English as a Foreign Language Learning: Learners' Perceptions. *Teaching English with Technology*, 14(3) 16-29.
- Wilson, J., Olinghouse, N.G., & Andrada, G.N. (2014). Does Automated Feedback Improve Writing Quality. *Learning Disabilities – A Contemporary Journal*, 12(1), 93-118.
- Word Economic Forum. (2016a). *The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution*. Geneva, CH: World Economic Forum.

World Economic Forum. (2016b). *New Vision for Education: Fostering Social and Emotional Learning through Technology*. Geneva, CH: World Economic Forum.

Yurdabakan, I., & Uzunkavak, C. (2012). Primary School Students' Attitudes towards Computer based Testing and Assessment in Turkey. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 13(3), 177-188.