

IDeAL: A methodology for constructing artefacts and promoting transversal skills in the classroom

IDeAL: Una metodologia per costruire artefatti e promuovere le competenze trasversali in classe

Jessica Niewint^a, Sara Mori^b, Massimiliano Naldini^c, Andrea Benassi^d, Lorenzo Guasti^{e,1}

^a Indire, j.niewint@indire.it

^b Indire, s.mori@indire.it

^c Indire, m.naldini@indire.it

^d Indire, a.benassi@indire.it

^e Indire, l.guasti.tecnologo@indire.it

Abstract

The spread of approaches like making, tinkering, coding, robotics and 3D modelling in schools leads necessarily to a rethinking of teaching practices. At the same time, there is the opportunity to frame such practices in methodological approaches that promote the development of cognitive strategies in support of deeper learning processes. This article illustrates an iterative design methodology called IDeAL that proposes a learning path focused on the production of virtual and physical objects. The methodology provides useful tools to promote analytical skills and creative aptitudes necessary to foster the development of transversal competences. The aim of this article is to present and describe the teaching methodology, for meeting the interest of teachers and researchers in the sector.

Keywords: teaching methodology; innovation, transversal skills; deep learning approach; cognitive activation.

Abstract

La diffusione in ambito scolastico di pratiche di *making*, *tinkering*, *coding*, robotica e modellazione 3D porta ad un necessario ripensamento delle pratiche didattiche. Al contempo, si pone l'opportunità di inquadrare tali pratiche in percorsi metodologici che sappiano promuovere lo sviluppo di strategie cognitive a sostegno dei processi di apprendimento. Questo articolo illustra una metodologia progettuale chiamata IDeAL che propone un percorso di apprendimento incentrato sulla produzione di oggetti virtuali e fisici. La metodologia fornisce strumenti utili per promuovere capacità analitiche e attitudini creative necessarie per favorire lo sviluppo di competenze trasversali. Il contributo intende presentare e illustrare la metodologia, con l'auspicio che possa incontrare l'interesse di insegnanti e ricercatori del settore.

Parole chiave: metodologie didattiche; innovazione; competenze trasversali; apprendimento profondo; attivazione cognitiva.

¹ I paragrafi devono essere così attribuiti: 1 e 4 a Mori; 2.1 e 3.3 a Mori e Niewint; 2.2 a Niewint, Naldini, Benassi, Guasti; l'introduzione del 3 e 3.1 a Naldini. Il 3.2 è opera di sintesi del metodo da parte di tutto il gruppo ed è stato revisionato a cura di Niewint.

1. Introduzione

L'utilizzo sempre più diffuso di tecnologie per lo svolgimento di attività in classe che coinvolgono gli studenti nella progettazione di oggetti reali o virtuali apre nuovamente il dibattito su come la creazione di artefatti possa essere un momento importante per l'apprendimento. All'interno dell'ottica costruttivista l'artefatto media tra sapere e realtà facilitando la generazione di idee (Papert, 1991): la produzione favorisce l'apprendimento stimolando la costruzione di conoscenza da parte dell'essere umano. Tra le tante definizioni di artefatto troviamo un comune accordo nell'identificarlo come un'opera pensata, progettata e realizzata intenzionalmente per raggiungere uno o più scopi (Manzini, 1990; Rizzo, 2000). L'intenzionalità della costruzione diventa in questo contesto una caratteristica peculiare, per intendere un'azione che non avviene per caso o in modo opportunistico, bensì ha il fine di realizzare qualcosa che risponde ad uno scopo ben preciso (Rossi & Toppino, 2009). Nei contesti in cui le nuove tecnologie contribuiscono al processo produttivo, l'artefatto diventa un *ponte* tra le varie fasi, dalla progettazione alla realizzazione del prodotto (Rossi, 2014). Rimane tuttavia centrale la differenza tra artefatto e strumento (Bartolini Bussi & Mariotti, 2009). Lo strumento si costituisce come qualcosa composto non solo dagli elementi legati all'artefatto, ma anche dagli schemi messi in atto per costruirlo. In questo senso lo strumento si configura come un'entità mista che tiene conto dell'uso funzionale che ne fa il soggetto (Rabardel & Samurçay, 2001).

Pensare, progettare e realizzare un oggetto utilizzando la stampante 3D, programmi di coding e robotica o ambienti virtuali quali Minecraft, pone due tipi di sfide principali: la prima è quella tecnologica, in quanto diviene necessaria la capacità di saper utilizzare strumenti o piattaforme digitali; la seconda, ma non in ordine di importanza, è quella metodologica, affinché il loro utilizzo permetta lo sviluppo di artefatti non solo reali, ma anche cognitivi (Norman, 1991), capaci di favorire un'elaborazione profonda da parte degli studenti.

La necessità di definire una metodologia che accompagni l'utilizzo delle nuove tecnologie nasce dai risultati di una precedente ricerca svolta dai ricercatori di Indire che ha avuto l'obiettivo di valutare l'eventuale cambiamento di abilità di performance e di capacità verbali in studenti dell'ultimo anno della scuola dell'infanzia. Gli studenti di tre classi sperimentali hanno utilizzato la stampante 3D nel corso dell'anno scolastico per creare i personaggi di una storia, mentre quelli di tre classi di controllo delle medesime scuole non hanno fatto uso dello strumento tecnologico per raggiungere i medesimi obiettivi. La creazione di oggetti con la stampante 3D nelle prime sperimentazioni di Indire veniva scandita da compiti guidati (Guasti & Rosa, 2017) costruiti sulla base del modello Think-Make-Improve (TMI) (Martinez & Stager, 2013). Ai due gruppi, sperimentale e controllo, è stata somministrata la WPPSI-III (Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence) (Sannio Fancello & Cianchetti, 2008) ad inizio e a fine anno scolastico. I risultati non evidenziano un miglioramento significativo nei punteggi relativi alla performance nella classe sperimentale, come ci si poteva attendere dal momento in cui la stampante favorisce strategie di apprendimento basate sull'attivazione cognitiva (Fiorella & Mayer, 2015; Mori & Niewint, in press); si assiste invece ad un miglioramento nella scale che riguardano complessivamente le abilità verbali, fatta eccezione per un *subtest* che riguarda la costruzione di oggetti con cubi (Mori & Niewint, in press; Mori, Niewint & Beni, 2018).

Al fine di comprendere il motivo di tali risultati che disattendevano le ipotesi si è reso necessario per i ricercatori lavorare alla definizione di una metodologia in grado di accompagnare il lavoro dei docenti nelle attività di costruzione di artefatti in classe con gli

studenti, in modo da scandire le fasi di progettazione e contribuire ad elicitarne strategie di apprendimento utili all'attivazione cognitiva e allo sviluppo di competenze trasversali.

A tal proposito l'obiettivo di questo contributo è duplice: illustrare la metodologia in modo da farla conoscere ad un ampio numero di docenti che potrebbero essere interessati a sperimentarla; delineare le basi per un futuro studio di validazione della metodologia con un campione più ampio al fine di affinarla e valutarne l'efficacia.

La metodologia che verrà descritta in termini di quadro teorico di riferimento, fasi, azioni previste e possibili indicatori di osservazione è pensata per contesti in cui sia previsto l'uso di nuove tecnologie, applicabile a livello trasversale per diverse discipline. Contestualmente è stato avviato un primo studio pilota per la sperimentazione della metodologia in classe con docenti di diversi ordini di scuola, adesso in corso, e di cui verrà illustrato il disegno di ricerca.

2. Una metodologia per accompagnare la progettazione in gruppo con le nuove tecnologie

2.1. Attivazione cognitiva e competenze trasversali in classe

L'introduzione in classe di nuove tecnologie può offrire interessanti opportunità di apprendimento, se la metodologia che accompagna queste tecnologie è finalizzata a promuovere una migliore attivazione cognitiva (Trincherò, 2018) e un apprendimento significativo per gli studenti. È stato ormai evidenziato come sia la strategia formativa che sostiene l'utilizzo delle nuove tecnologie e non la tecnologia in sé ad avere un impatto sugli apprendimenti (Calvani & Vivanet, 2016; Mayer, 2013). Trincherò (2014) illustra come il gioco computerizzato possa avere un ruolo nell'incrementare le capacità cognitive di bambini e ragazzi, con il fine di migliorare gli apprendimenti e promuovere il successo scolastico. Allo stesso modo l'autore identifica nel momento della valutazione formativa una possibilità di promuovere l'attivazione cognitiva dello studente, in quanto grazie a questo momento egli "assume un ruolo attivo, coinvolto e critico nell'assegnare senso alle informazioni esperite, collegarle alle sue esperienze precedenti e raggiungere la padronanza" (Trincherò, 2018, p. 44).

In che modo la progettazione di artefatti in aula può favorire l'attivazione cognitiva e lo sviluppo di competenze trasversali?

La tecnologia in questo contesto diviene un elemento aggiuntivo, uno strumento utile alla realizzazione di oggetti o prodotti, capace di favorire la realizzazione di quanto pensato dai soggetti.

Il ciclo di progettazione di un oggetto può prevedere diverse fasi che contemplano l'uso di strategie didattiche basate sui principi dell'attivazione cognitiva al fine di promuovere un'elaborazione profonda da parte dello studente, capace di produrre apprendimenti significativi e trasferibili (Burge, Lenkeit & Sizmur, 2015): questa infatti pone agli studenti problemi aperti e complessi, che prevedono molteplici metodi di risoluzione; richiede loro di verbalizzare il processo di progettazione e il perché della scelta effettuata; li invita a riflettere sugli errori, valorizzando il ruolo per la riprogettazione.

Nelle fasi del metodo che vengono descritte in seguito è possibile identificare situazioni in cui sono coinvolti processi cognitivi quali (Anderson & Krathwohl, 2001): rievocare (dovendo riprendere le conoscenze procedurali o i contenuti precedentemente appresi);

interpretare (nel dare significato al problema presentato, o fornire dopo le istruzioni alla stampante per eseguire quanto pensato); pianificare (nel progettare qualcosa di adatto a risolvere il problema); esemplificare (trovando esempi di ciò che si vuol costruire e riconoscendo le parti con cui si vuole comporlo); inferire (nel trovare il modello sottostante la progettazione dell'oggetto); confrontare (nel trovare le differenze con i progetti degli altri compagni); spiegare (illustrando le proprie scelte di progettazione); eseguire (nel realizzare l'oggetto sia graficamente su foglio, sia con la stampante 3D); criticare (nel controllare il miglior progetto da eseguire in gruppo); produrre (realizzando il prodotto di gruppo); implementare (nel realizzare il secondo ciclo di progettazione in cui si cerca di migliorare l'oggetto realizzato con la prima stampa).

La possibilità di attivare queste risorse che coinvolgono capacità cognitive e relazionali, come si vede dagli esempi sopra riportati, si lega fortemente allo sviluppo di competenze trasversali e soft skills, che oggi più di prima si rendono necessarie per affrontare la vita nel XXI secolo. Le nuove pratiche sociali e l'utilizzo sempre più diffuso delle nuove tecnologie digitali, in particolare tra i giovani (Buckingham & Willett, 2006) creano la necessità della revisione di competenze chiave definite dalla vita quotidiana della nostra società.

L'Unione Europea (EU, 2011) nel descrivere le competenze che più di altre permettono l'occupabilità e la capacità di essere flessibili nel passare da un lavoro all'altro evidenzia il ruolo cruciale delle soft skill, come maturità in relazione a se stessi, agli altri e al lavoro. Lo stesso Consiglio Europeo (Raccomandazione 2018/C 189/01) riconosce il ruolo centrale delle tecnologie, delle competenze imprenditoriali, sociali e civiche per permettere ai cittadini di essere in grado di adattarsi ai cambiamenti della nostra società e di sviluppare abilità più elevate e più complesse necessarie per guidare la creatività e l'innovazione (Comunicazione COM/2015/0614).

Voogt e Roblin (2010) in un'analisi comparativa dei quadri per le competenze utili nel XXI secolo, mettono in rilievo che in tutti sono presenti competenze come la collaborazione, la comunicazione o la *ICT literacy*. La maggioranza dei quadri di riferimento, inoltre, sebbene non tutti, fa riferimento a competenze quali la creatività, il pensiero critico, il problem solving e lo sviluppo di prodotti di qualità. Queste competenze chiave, combinazione dinamica di conoscenze, abilità e atteggiamenti, possono essere particolarmente sviluppate dall'interdisciplinarietà (Raccomandazione 2018/C 189/01).

La necessità di pensare metodologie capaci di stimolare l'attivazione cognitiva dello studente e lo sviluppo di competenze trasversali, diventa così nella scuola dei nostri giorni, una sfida ancora più affascinante ed importante. Così come assume un ruolo centrale la modalità di osservazione e di valutazione di tali competenze.

I sistemi per la qualità della scuola e le pratiche di valutazione in aula non possono non tenere conto di questa evoluzione delle competenze e dei processi necessari per garantire il successo formativo (Binkley et al., 2012): è necessaria una sempre maggiore integrazione tra metodi qualitativi e quantitativi nell'ottica di intercettare le strategie utili a incentivare l'apprendimento lungo tutto l'arco della vita.

Nelle fasi della metodologia sotto descritte e nell'ipotesi di indicatori delle griglie di osservazione possono essere identificati elementi finalizzati a promuovere ed osservare questi aspetti. Inoltre nello studio pilota attualmente in corso vengono chieste ai docenti delle riflessioni in merito allo sviluppo di tali peculiarità negli studenti, grazie all'applicazione della metodologia proposta.

2.2. Approcci alla progettazione di artefatti: Think-Make-Improve e Design Thinking

Con l'avvento nella scuola di nuove tecnologie e tecniche per la produzione di artefatti, come il coding e la robotica, e di ambienti virtuali quali Minecraft o la stampa 3D si è creata l'opportunità di inquadrare tali pratiche nel contesto di approcci metodologici che sappiano promuovere lo sviluppo di competenze trasversali in classe. Due modelli, il TMI e il Design Thinking (DT), sono stati di ispirazione per la metodologia *Iterative Design for Active Learning* (IDeAL).

Il TMI è un modello ciclico ottimizzato per attività di progettazione concepite secondo un'impostazione problem-based. Il ciclo è stato definito inizialmente da Martinez e Stager (2013) e consente agli studenti di lavorare secondo un approccio strutturato che permette di distinguere (e quindi evidenziare) le tre fasi principali: la progettazione, la realizzazione e la verifica. Il modello TMI aiuta a comprendere le fasi del processo e funziona sia come supporto progettuale per gli insegnanti nel definire la struttura della lezione, sia come strategia per gli studenti nell'eseguire un compito assegnato (Lynch & Browne, 2018). Il ciclo è stato applicato con successo anche in corsi di formazione per docenti come strumento per la progettazione di attività didattiche in classe (Scaradozzi, Screpanti, Cesaretti, Storti & Mazzieri, 2018).

Le fasi del ciclo TMI sono caratterizzate come segue:

- *think*: nella fase di progettazione l'insegnante presenta il problema e propone agli studenti di elaborare soluzioni. Gli studenti, con il supporto dell'insegnante, utilizzano vari materiali e tecniche per studiare approfonditamente il problema posto e produrre progetti per la soluzione;
- *make*: la fase di realizzazione dà spazio alla creazione fisica (se è un oggetto) o concretizzazione (nel caso di uno sviluppo di programma). In ogni caso comprende il processo di produzione;
- *improve*: la fase di verifica è il momento di confronto nel quale gli studenti riflettono sul prodotto creato, verificandone la conformità alle specifiche definite durante le fasi precedenti.

All'interno della ricerca Indire, il modello TMI è stato applicato in diverse attività didattiche proposte da precedenti sperimentazioni con la stampante 3D nelle scuole di infanzia e primaria (Di Stasio, Guasti, Niewint-Gori & Nulli, 2017; Guasti, Benassi & Nulli, 2015) con il vantaggio di essere molto intuitivo e di semplice applicazione. Il modello TMI non definisce delle attività precise da eseguire nelle singole fasi e di conseguenza lascia che il docente organizzi il lavoro con gli studenti senza un riferimento metodologico preciso.

Il modello del DT invece è molto ben definito come un "processo analitico e creativo che impegna una persona nello sperimentare, creare e prototipare modelli, raccogliere feedback e poi riprogettare" (Razzouk & Shute, 2012, p.330). In estrema sintesi, DT significa *pensare come un designer*, adottarne la forma mentis per risolvere problemi, prendere decisioni, innovare. E, nel farlo, usare e potenziare una serie di attitudini come la visualizzazione o la creatività.

Ma pensare come un designer non significa solo mutuarne l'attitudine: significa anche adottare quegli strumenti e tecniche che sono la *cassetta degli attrezzi* cognitiva di ogni buon designer professionista. E significa, anche e soprattutto, tener presente che gli oggetti che il designer progetta non sono mai rivolti ad un'utenza generica, ma a target specifici con specifiche caratteristiche: bisogni, attitudini, preferenze, etc. Ecco perché, nel progettare un prodotto, è essenziale conoscere la categoria di utenti che ne saranno i potenziali beneficiari. Il primo uso del termine DT si rintraccia nell'omonima

pubblicazione di Peter Rowe (1991), ma è nell'ultimo ventennio che si è iniziato a considerarlo come supporto all'apprendimento e alla promozione di competenze quali il pensiero creativo, il problem-solving, il team-working (Darling-Hammond et al., 2015; Laurillard, 2013; Razzouk & Shute, 2012).

Il DT consiste di cinque fasi che sono da intendersi come parti di un ciclo, piuttosto che come un processo lineare. Nello specifico:

1. *familiarizzare (empathize)*: si basa sull'osservazione partecipata dei comportamenti degli utenti destinatari del prodotto che gli studenti progettano, allo scopo di sondarne le necessità, consapevoli e inconsapevoli. È in questa fase che si definisce con chiarezza quale sarà il target di utenza;
2. *definire (define)*: è il momento in cui si usano le informazioni raccolte nella fase precedente per definire il punto di vista dell'utente e formulare il lavoro successivo in termini di problemi e sfide da risolvere;
3. *ideare (ideate)*: significa generare soluzioni rispetto alle sfide e ai problemi definiti nella fase precedente. In questa fase è essenziale pensare *fuori dalla scatola* allo scopo di generare soluzioni originali, inedite, senza aver paura di sbagliare, ma stando però attenti a non perdere di vista il tema;
4. *progettare (prototype)*: è la fase in cui il prodotto esce dal mondo delle idee e si concretizza in qualcosa di fisico: una bacheca di post-it, un'attività role-play, uno spazio, un oggetto, un modello, un'interfaccia, una sceneggiatura. È qui che alcune soluzioni vengono scartate perché difficilmente realizzabili ed altre invece si rafforzano;
5. *testare (test)*: è il momento in cui si riceve un feedback sulle soluzioni progettate allo scopo di raffinarle, migliorarle e continuare a raccogliere informazioni sul target di utenza.

Come già menzionato, le cinque fasi sono pensate per essere reiterate il più possibile (compatibilmente con i tempi a disposizione) allo scopo di raffinare il progetto.

Attualmente, la D.School di Stanford (<https://dschool.stanford.edu/>) offre programmi educativi e laboratori centrati sul DT per tutti gli ordini di scuola, e sperimentazioni in classe ne testimoniano l'efficacia a supporto dello sviluppo di competenze metacognitive (Scheer, Noweski & Meinel, 2012).

Nella strutturazione della nuova metodologia, al fine di promuovere l'attivazione cognitiva e le competenze trasversali, i ricercatori hanno integrato il modello del TMI con il modo di procedere del DT, così da implementare un ciclo di progettazione capace di accompagnare i docenti in questi processi in aula.

3. IDeAL: La proposta di una metodologia per i docenti

Come detto il TMI e il DT sono due approcci ricorsivi che evidenziano l'importanza della realizzazione e della riflessione sull'artefatto: la comprensione del compito, l'attivazione di processi cognitivi nello svolgimento dell'attività e la valutazione del risultato stimolano l'utilizzo di conoscenze che trovando un *materializzazione* in un prototipo e al contempo, come dispositivo didattico, mettono in comunicazione saperi scientifici, esperienza quotidiana e realtà (Rossi, Giannandrea & Magnoler, 2010). Questi approcci si inseriscono di fatto nella tradizione della didattica laboratoriale post-costruttivista in contesti didattici dove la tecnologia fornisce un utile supporto.

Partendo da queste basi teorico/metodologiche e dalle esperienze maturate nell'ambito delle sperimentazioni Indire con la stampante 3D, coding e robotica nel gruppo di ricerca è stata avviata una riflessione in cui si è evidenziato come pur riconoscendo al DT una strutturazione maggiore delle fasi rispetto al TMI, questa comunque risultava non ancora sufficiente per guidare il docente nella progettazione dell'attività in classe, non conteneva sufficienti strumenti di monitoraggio delle singole fasi e non garantiva una definizione precisa e puntuale dell'intervento didattico anche in riferimento all'esplicitazione dei processi cognitivi e delle competenze trasversali relativamente alle singole fasi del ciclo.

Dalla volontà di definire e strutturare in modo più dettagliato le fasi dei citati cicli iterativi di progettazione è nata la metodologia che è stata definita dall'acronimo delle parole IDeAL, cioè Progettazione Iterativa per un Apprendimento Attivo. L'attività di progettazione diventa il fulcro del processo di insegnamento-apprendimento dove lo studente è coinvolto in prima persona, coinvolto nell'ideare, realizzare e valutare possibili soluzioni ad una situazione/problema; in questo processo lo studente attiva conoscenze pregresse (disciplinari e non) e allo stesso tempo ne sviluppa di nuove anche confrontandosi con i propri errori.

Anche la metodologia qui proposta ha l'obiettivo di accompagnare un processo di apprendimento profondo, inteso come sviluppo del pensiero critico e creativo negli studenti, rendendoli capaci di fare inferenze e permettendo il trasferimento di conoscenza (Zheng, 2018). Si è cercato di declinare una metodologia capace di elicitar l'attivazione cognitiva degli studenti e lo sviluppo di competenze trasversali attraverso la creazione di artefatti con l'ausilio delle nuove tecnologie. I docenti vengono guidati nell'utilizzo di strategie didattiche e nelle modalità di organizzazione del gruppo classe promuovendo un processo di discussione e condivisione delle idee in un ambiente centrato sullo studente (Trepule, Tereseviciene & Rutkienė, 2015). La descrizione che viene fatta per i docenti permette di supportare la progettazione e la realizzazione dell'attività didattica, sia da un punto di vista procedurale, sia tecnico (Kirschner, Sweller & Clark, 2006), cercando di organizzare in modo più strutturato ed efficace il tempo dedicato all'apprendimento. Si è cercato di facilitare il docente nel monitoraggio delle attività e nella gestione dei gruppi. Le tecniche utilizzate promuovono la consapevolezza degli studenti sul proprio percorso di apprendimento e sulle competenze attese (Means, Toyama, Murphy, Bakia & Jones, 2009), così da aiutarli nello sviluppo di strategie metacognitive e nel raggiungimento di risultati migliori (Blanco, Van der Veer, Benvenuti & Kirschner, 2011)².

3.1. Un acronimo per spiegare il processo

Prima di tutto si è reso necessario individuare all'interno delle macro fasi, già definite dagli altri approcci citati, quali obiettivi di apprendimento e quali competenze potevano essere collegate ad ognuna, considerando la sintesi delle competenze utili per il XXI secolo nei diversi framework (Voogt & Roblin, 2010) e i processi legati all'attivazione cognitiva e all'apprendimento profondo: ad una o più fasi sono state collegati indicatori utili a descrivere la messa in atto di azioni che rispecchiano quanto atteso in ciascuno step, così da rendere possibile la creazione di griglie di osservazione e in seguito di valutazione. Ogni macro-fase è stata scomposta in più step individuando per ognuno il ruolo degli attori all'interno dell'ambiente di apprendimento: il docente, lo studente e la tecnologia. È stato così possibile strutturare una sceneggiatura delle attività, non solo per fornire indicazioni

² Gli autori sono disponibili a condividere il materiale con chi ne faccia richiesta via e-mail.

metodologiche precise, ma anche per garantire la possibilità di osservazione da parte del docente di tutto il percorso di apprendimento. Per fare questo al docente è assegnato un ruolo di facilitatore e guida; lo studente lavora sia in piccolo gruppo, sia confrontandosi con l'intera classe, mai come singolo, ma sempre come elemento di un gruppo di lavoro in cui decisioni, responsabilità e processi realizzativi sono condivisi. La tecnologia assume un ruolo di supporto: non strumento indispensabile ma utile e versatile, necessario in quanto facilita la manipolazione di idee e la condivisione tra singoli/gruppi/gruppo classe.

Nella sceneggiatura ogni fase è accompagnata da una scheda dettagliata. Per sostenere la progettazione didattica è stato previsto sia una tempistica indicativa sia la modalità di svolgimento (in classe o nel singolo gruppo di lavoro). La sceneggiatura, essendo rivolta al docente, propone una breve sintesi di ciò che sarebbe utile fare e i risultati attesi. Accanto a queste informazioni la scheda propone al docente anche possibili strumenti tecnologici utili nello svolgimento delle azioni per sostenere il lavoro degli studenti. Chiudono la scheda i possibili obiettivi di apprendimento raggiungibili dagli studenti in ciascuno step al docente viene chiesto di esplicitare tali obiettivi all'inizio delle fasi affinché gli studenti siano consapevoli di questi, dei risultati attesi e degli indicatori di osservazione.

Gli obiettivi di apprendimento sono definiti considerando competenze trasversali e processi tipici dell'attivazione cognitiva, lasciando al docente la possibilità di individuarne altri, anche disciplinari; questo perché il compito progettuale assegnato alla classe da svolgere con questa metodologia può superare i confini disciplinari, e l'utilizzo di conoscenze pregresse che vengono richiamate nella progettazione possono essere interdisciplinari.

Oltre alle schede sono stati elaborati degli allegati, frutto di una riflessione avviata in Didattica per scenari, una delle Idee del Movimento Avanguardie Educative (<http://innovazione.indire.it/avanguardieeducative/didattica-scenari>) e utilizzati durante i workshop di Didacta Italia 2018³. Ciascun allegato è legato alle singole fasi e pensato per guidare la riflessione, stimolando la rappresentazione grafica e la mappatura del processo di progettazione e riprogettazione del prototipo. All'interno di questi si trova l'utilizzo di due routine di pensiero, sempre mutate dalla ricerca Indire, su come *rendere visibile l'apprendimento* (Panzavolta, Mosa, Cinganotto, Guida & Laici, 2018, p.), sviluppate all'interno del Project Zero della Harvard Graduate School of Education (<http://pz.harvard.edu/>). Queste routine sono state introdotte non solo per stimolare la riflessione degli studenti su cosa hanno realizzato e come hanno svolto l'attività, ma anche per facilitare un confronto costruttivo nella fase di progettazione e la valutazione su ciò che hanno imparato e come: entrambe hanno un forte valore per lo sviluppo delle capacità metacognitive.

3.2. La scansione delle fasi: obiettivi, abilità attese, azioni e indicatori di osservazione

Nel dettaglio la metodologia IDeAL è composta da nove fasi: una fase introduttiva, una conclusiva e sette fasi centrali (Figura 1). La prima e l'ultima fase sono legate da un percorso che si articola intorno ad un approccio iterativo nel quale un progetto di partenza si avvicina attraverso un percorso ciclico di miglioramento ad una soluzione finale ideale. La fase introduttiva è caratterizzata dall'esplorazione iniziale che dà agli studenti la possibilità di comprendere e familiarizzare con l'obiettivo.

³ L'edizione italiana di Fiera Didacta si è tenuta a Firenze presso la Fortezza da Basso dal 18 al 20 ottobre 2018.

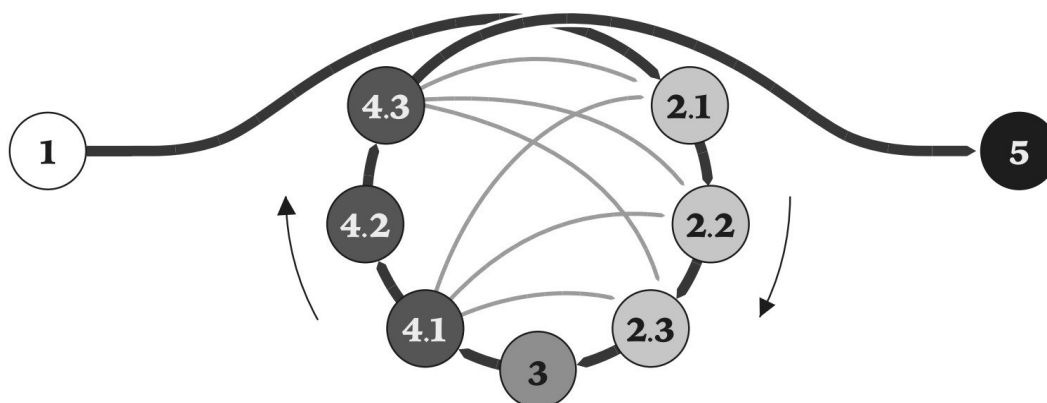


Figura 1. Ciclo IDeAL⁴.

Le sette fasi seguenti, che compongono il ciclo iterativo, possono essere raggruppate in tre macro-fasi. Le fasi dalla 2.1. alla 2.3. riguardano l'ideazione e la progettazione di una soluzione e/o artefatto; la fase 3 è riservata ad un processo di realizzazione concreta, come ad esempio la stampa dell'oggetto fisico con la stampante 3D. Le fasi dalle 4.1. alla 4.3. comprendono processi di verifica e valutazione su quanto realizzato; a conclusione di queste si dovrebbero innescare nuove fasi di ideazione e progettazione per migliorare il risultato. Conclude il percorso la riunione finale che invita tutti i partecipanti ad una riflessione personale su quanto appreso durante il ciclo.

I contenuti delle singole fasi si possono descrivere come segue:

- riunione istruttiva (Fase 1): il docente presenta agli studenti una bozza di progetto che sia in sintonia con gli argomenti curricolari, chiedendo loro di fare collegamenti con gli argomenti già trattati. Modulando l'esposizione in base all'età degli studenti, spiega loro i motivi che rendono importante questo progetto e quali responsabilità e compiti li attendono. L'insegnante lascia però agli allievi il tempo di pensare e discutere su ciò che ha comunicato invitandoli a porre domande per familiarizzare con l'obiettivo. Si chiede di esporre e registrare le loro riflessioni. Per ogni fase del percorso IDeAL si esplicita agli studenti cosa possono imparare e quali strategie possono utilizzare per rendere efficace il processo. Questo procedimento vale per tutto il ciclo: all'inizio di ogni fase viene chiesto di spiegare perché ciò che stanno facendo è utile per lo sviluppo delle loro competenze e quali sono i criteri di osservazione e/o valutazione che utilizzerà il docente;
- definire (Fase 2.1.): all'inizio di questa fase gli studenti espongono le loro soluzioni basandosi sulla riunione istruttiva. Le problematiche emerse e le soluzioni individuate vengono trascritte e rese visibili a tutti. Raggruppando le riflessioni si creano categorie di obiettivi. Successivamente si può invitare gli studenti a identificare una o più finalità che sentono più affini ai loro obiettivi, sulla base delle quali creare i gruppi di lavoro. Si consigliano gruppi di tre studenti, o di cinque studenti se la classe è troppo numerosa. La scelta è dovuta al fatto che la dimensione del trio si è vista come la migliore per garantire il coinvolgimento e la collaborazione tra gli alunni;

⁴ Si ringrazia Gabriele Pieraccini, grafico di Indire, per l'ideazione e la realizzazione della grafica.

- Ideare (Fase 2.2.): si chiede ad ogni gruppo di iniziare a disegnare sulla carta varie possibili soluzioni, prototipi e oggetti che possono essere utili per raggiungere l'obiettivo comune del gruppo. Sarà importante introdurre il lavoro invitando i singoli gruppi a produrre più soluzioni possibili. Per guidare il lavoro in classe su come creare diverse alternative di soluzione e per stimolare la riflessione all'interno del gruppo sono state utilizzate delle schede che possono essere condivise a richiesta;
- Progettare (Fase 2.3.): i gruppi creano il primo prototipo teorico del loro progetto basandosi sulle idee emerse. Il docente invita i singoli gruppi a discutere e perfezionare l'oggetto; con l'ausilio degli allegati ogni gruppo individua un solo progetto da realizzare per soddisfare l'obiettivo iniziale. Il progetto identificato viene definito con un disegno e la descrizione del suo funzionamento;
- Realizzare (Fase 3.): il docente supervisiona i gruppi di lavoro nell'attività della realizzazione del prodotto partendo dal prototipo ideato. Se necessario, incoraggia e guida la discussione del gruppo mentre questo verifica la coerenza del prodotto che si sta realizzando rispetto al prototipo ideato e annota gli elementi che potrebbero essere utili per stimolare la discussione successivamente. In questa fase diventa preponderante l'utilizzo della nuova tecnologia. È a questo punto che la realizzazione avviene direttamente con la stampante 3D o all'interno di piattaforme digitali dedicate. Va evidenziato che ogni step precedente è necessariamente influenzato dallo strumento tecnologico che gli studenti andranno ad utilizzare, ma questo aspetto diventa centrale ancora di più in questa fase di realizzazione;
- Verificare (Fase 4.1.): all'interno di ogni gruppo, gli studenti mettono a confronto il prodotto con il prototipo. Lo scopo di questa fase è rendere gli studenti consapevoli della coerenza, o meno, tra prodotto realizzato e prototipo progettato. In questa fase potrebbero emergere due tipi di problema: prima di tutto, a livello tecnico, il modello può non essere facilmente realizzabile per un limite della tecnologia; in secondo luogo, una volta realizzato, il modello può non essere conforme a come si pensava che fosse. Per guidare la riflessione all'interno del gruppo può essere utilizzata una scheda di lavoro data in allegato alla fase;
- Illustrare (Fase 4.2.): in questa fase i singoli gruppi presentano alla classe il loro prodotto. È importante mettere in evidenza i punti di forza e le criticità delle progettazioni. Il gruppo che presenta il progetto deve documentare le osservazioni da parte degli altri gruppi. Il docente ha il compito di supervisionare la discussione.
- Analizzare (Fase 4.3.): i gruppi in base dell'autovalutazione della fase 4.1. e alle indicazioni di altri gruppi raccolte nella fase 4.2. evidenziano i punti di forza e di debolezza del prodotto. Questo processo viene guidato da una scheda di lavoro allegata: ogni gruppo deve evidenziare gli elementi del processo su cui hanno riscontrato un maggiore grado di accordo o disaccordo per attivare un processo decisionale ancora più condiviso;
- Riunione conclusiva (Fase 5.): la riunione conclusiva è l'unico momento individuale. Questa fase è caratterizzata da una riflessione personale su come le proprie considerazioni, opinioni e credenze iniziali siano cambiate in ragione dell'esperienza didattica svolta. Essa aiuta gli studenti a riflettere su quali siano le loro opinioni e i loro pensieri dopo tutto il processo di progettazione e realizzazione valutando se ci sono aspetti che sono cambiati o modificati rispetto all'inizio.

Al momento della verifica gli studenti possono ripartire da diverse fasi (si vedano frecce della Figura 1); ad esempio se l'oggetto realizzato era ben progettato, ma nella realizzazione sono stati fatti degli errori, il gruppo di lavoro può decidere di iniziare il

secondo ciclo direttamente con la fase di progettazione. Se invece un errore riguarda proprio l'ideazione il gruppo deve tornare a trovare soluzioni alternative rispetto a quelle già proposte ripartendo dall'inizio. Per i gruppi che hanno realizzato un artefatto già soddisfacente si chiede di aggiungere nel secondo ciclo delle modifiche ritenute comunque delle varianti o dei miglioramenti. Si richiede di compiere almeno due cicli completi per ogni artefatto, al fine di garantire il processo di iterazione. Un ciclo vede la sua realizzazione in circa otto ore complessive di tempo, progettabile all'interno di una unità didattica.

Per i docenti sono state previste anche delle schede di osservazione del comportamento degli studenti, utili ai processi di valutazione, di cui si riportano gli indicatori per ciascuna fase (Figura 2). Questi fanno riferimento ai processi cognitivi e alle competenze trasversali illustrati precedentemente nel presente contributo.

Fase del ciclo	Indicatori della griglia di osservazione
1. Riunione istruttiva	Attinge ai contenuti precedenti
	Recupera modelli già conosciuti
	Riorganizza gli elementi conosciuti in un nuovo modello
	Elabora i contributi degli altri
	Spiega agli altri le proprie idee
	Si confronta con gli altri in modo costruttivo
2.1. Definire	Condivide la sua proposta con gli altri
	Si confronta con gli altri in modo costruttivo
	Crea idee nuove
	Offre soluzioni utili
	Identifica concetti significativi
	Esemplifica concetti e idee
2.2. Ideare	Analizza i dettagli e gli elementi dei progetti personali dei compagni
	Sa confrontarsi accettando punti di vista diversi dai propri
	Sa negoziare le diverse proposte
	Sintetizza quanto emerso creando connessioni tra argomenti
	Illustra il motivo delle scelte fatte
	Assume una responsabilità condivisa del lavoro di gruppo
2.3. Progettare	Sa trasferire vecchie conoscenze in situazioni nuove
	Risolve i problemi non familiari in modi innovativo
	Comprende i limiti del mondo reale all'adozione di nuove idee
	Dimostra flessibilità nel pianificare un obiettivo comune
	Dimostra un atteggiamento positivamente critico verso i contributi degli altri
	Sa pianificare come ottenere il risultato in modo analitico
3. Realizzare	Sa eseguire quanto progettato
	Mette in campo le conoscenze sul programma/la tecnologia e sulle procedure di realizzazione
	Valuta i risultati per implementare i propri prodotti
	Dà un contributo tangibile al campo in cui sta lavorando
	Riesce a produrre qualcosa di concreto da un'idea
	Assume una responsabilità condivisa del lavoro di gruppo
4.1. Verificare	Ha bisogno di domande stimolo per iniziare il processo di autoanalisi
	Richiede degli approfondimenti sulle caratteristiche sul processo di produzione
	Identifica modifiche da apportare
	Riflette sull'oggetto realizzato
	È consapevole dei limiti della tecnologia
4.2. Illustrare	Sa spiegare agli altri in modo collaborativo, mettendo in evidenza le proprie peculiarità
	Ascolta in modo attivo
	Utilizza la comunicazione per una serie di scopi (informare, ma anche motivare,

	persuadere)
	Sa lavorare in contesti di gruppo allargato
	Sa articolare in modo chiaro idee e pensieri
	Riflette sui processi messi in atto
4.3. Analizzare	Sa identificare i dettagli e le peculiarità del lavoro fatto in gruppo
	Analizza gli errori e le potenzialità del proprio modello
	Riflette sui processi messi in atto
	Elabora le proprie idee al fine di migliorarle
	Valuta i principali punti di vista alternativi
	Vede il fallimento come opportunità per apprendere, all'interno di un processo ciclico
5. Riunione conclusiva	È aperta/o e reattiva/o a nuove e diverse prospettive
	Riflette sui processi messi in atto
	Sa analizzare le proprie credenze e le proprie affermazioni
	Attribuisce le cause dei successi e dei fallimenti senza viverli con preoccupazione
	Sa argomentare i propri pensieri in modo efficace
	Genera nuove idee o riflessioni

Figura 2. Indicatori utili all'osservazione degli studenti nelle singole fasi.

3.3. La sperimentazione della metodologia nelle classi

La metodologia è attualmente sperimentata in classi di diversi ordini di scuola all'interno di contesti che utilizzano la stampante 3D e il coding attraverso il programma Scratch (<https://scratch.mit.edu/>).

Per lo studio pilota sono stati scelti:

- un istituto comprensivo della provincia di Firenze che vede coinvolti: due docenti di una classe della scuola dell'infanzia (22 bambini); otto docenti della scuola primaria che coinvolgono sei classi (circa 150 alunni); due docenti della scuola secondaria di primo grado appartenenti ad una classe (22 studenti);
- quattro Poli Tecnici Professionali della regione Toscana (uno del settore economico – turismo, uno elettronico-elettrotecnico, uno informatico – delle telecomunicazioni e uno tecnico-tecnologico) che vede coinvolti: otto docenti afferenti al biennio di sei classi (circa 105 studenti); tre docenti del triennio, appartenenti a tre classi differenti (per un totale di 60 studenti circa).

Complessivamente dunque stanno sperimentando la metodologia 12 insegnanti di un istituto comprensivo e 11 delle scuole secondarie di secondo grado.

La procedura per tutte le classi prevede:

- la formazione dei docenti sulla metodologia IDEAL (schede per le singole fasi e griglie di osservazione) in due incontri precedenti alla sperimentazione con gli studenti;
- la somministrazione di un questionario ai docenti in fase di pre-test in cui si indagano: le aspettative dei docenti, la chiarezza delle indicazioni metodologiche nelle schede, il grado di utilità del metodo per lo sviluppo delle competenze trasversali e l'abilità metacognitiva, il grado di fattibilità, di innovazione e di condivisione della metodologia. Un questionario analogo sarà somministrato anche a conclusione della sperimentazione per valutare la percezione dei docenti sui medesimi indicatori;

- la somministrazione agli studenti in fase pre e post di un test di creatività tratto da *Inventiamo i disegni* (Camilloci, 1990);
- una fase di osservazione in classe in momenti ritenuti cruciali;
- un focus group finale con gli studenti e con i docenti coinvolti.

Da questa fase pilota sarà possibile effettuare una prima riflessione sulla metodologia IDeAL al fine di renderla maggiormente personalizzata per i diversi ordini di scuola e maggiormente flessibile per i diversi contesti di applicazione.

Il numero dei docenti al momento coinvolti è comunque molto limitato: a tal proposito IDeAL viene illustrato in questo contributo al fine di sollecitare l'interesse anche di altri insegnanti in altri contesti. Alla fine della fase pilota sarà possibile avviare una fase di validazione della metodologia con un campione più ampio per poter rilevare l'efficacia del suo utilizzo in aula.

4. Conclusioni e prospettive future

L'obiettivo del presente contributo è stato quello di descrivere una metodologia utile ai docenti per condurre un processo di apprendimento finalizzato alla promozione dell'attivazione cognitiva degli studenti e allo sviluppo di competenze trasversali in un processo di progettazione e realizzazione di artefatti grazie anche all'uso di nuove tecnologie.

In seguito ai risultati delle precedenti ricerche di Indire nell'ambito dell'utilizzo della stampante 3D che evidenziavano un miglioramento delle abilità verbali degli studenti, a fronte di quelle di performance, diversamente da come ipotizzato e da una riflessione teorica sui quadri di riferimento principali sull'argomento, è stata declinata la metodologia IDeAL. Questa viene proposta agli insegnanti attraverso delle schede dove sono scanditi tempi, azioni, obiettivi di apprendimento, modalità di utilizzo della nuova tecnologia (dove previsto) e risultati attesi attraverso indicatori che guidano l'osservazione.

La metodologia è attualmente in fase di sperimentazione con un piccolo gruppo di insegnanti, in un processo che vede il coinvolgimento attivo da parte dei docenti nell'utilizzo delle schede esplicative e degli allegati di lavoro utili a guidare le attività in classe con la stampante 3D e in piattaforme di coding.

Sarà interessante comprendere dai docenti che sceglieranno di utilizzare tale metodologia il grado di utilità e quello di innovazione del metodo proposto; ci interessa inoltre comprendere quali tra i processi cognitivi e gli aspetti afferenti alle competenze trasversali, descritti negli obiettivi di apprendimento di ciascuna scheda e sintetizzati nelle schede di osservazione proposte, hanno ottenuto maggiori margini di miglioramento negli studenti.

È auspicabile dunque da parte dei ricercatori che la descrizione effettuata in questo contributo incontri l'interesse dei docenti e dei ricercatori che lavorano sul tema così da unire sinergie per una più ampia sperimentazione. Il gruppo di ricerca rimane disponibile a fornire le schede di spiegazione, gli allegati e le griglie di osservazione a chiunque ne faccia richiesta.

Bibliografia

- Anderson, L.W., & Krathwohl, D.R. (eds). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing. A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York, NY: Addison Wesley Longman.
- Bartolini Bussi, M.G., & Mariotti, M.A. (2009). Mediazione semiotica nella didattica della matematica: artefatti e segni nella tradizione di Vygotskij. *L'Insegnamento della Matematica e delle Scienze integrate*, 32(A-B), 29–294.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin, B. McGaw & E. Care (eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp.17-66). Dordrecht: Springer.
- Blanco, M.M., Van der Veer, G., Benvenuti, L., & Kirschner, P.A. (2011). Design guidelines for self- assessment support for adult academic distance learning. In Information Resources Management Association (ed.), *Adult and continuing education: Concepts, methodologies, tools, and applications* (pp. 625-654). Hershey, PA: IGI Global.
- Buckingham, D., & Willett, R. (eds.). (2006). *Digital generations: Children, young people, and new media*. Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Burge, B., Lenkeit, J., & Sizmur, J. (2015). *PISA in practice - cognitive activation in maths: How to use it in the classroom*. Slough: NFER.
- Calvani, A., & Vivianet, G. (2016). Le tecnologie per apprendere nella scuola. Oltre il fallimento. *Pedagogia oggi*, 2, 155–178.
- Camilloci, D.S. (1990). *Inventiamo disegni*. Roma: Edizione Kappa.
- Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, il Consiglio e il Comitato Economico e Sociale Europeo e il Comitato delle Regioni COM/2015/0614 del 2 dicembre 2015. *Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A52015DC0614> (ver. 15.04.2019).
- Darling-Hammond, L., Barron, B., Pearson, P.D., Schoenfeld, A.H., Stage, E.K., Zimmerman, T.D. & Tilson, J.L. (2015). *Powerful learning: What we know about teaching for understanding*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons.
- Di Stasio, M., Guasti, L., Niewint-Gori, J., & Nulli, G. (2017). Looking for good practices of teaching and learning with 3D print in primary school. *Conference Proceedings. The Future of Education*, p. 148. Limena: libreriauniversitaria.it Edizioni.
- EU. European Union (2011). *Transferability of skills across economic sectors: Role and importance for employment at European level*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Fiorella, L., & Mayer, R. (2015). *Learning as a Generative Activity. Eight Learning Strategies that Promote Understanding*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Guasti, L., Benassi, A., & Nulli, G. (2015). Costruire Giocattoli con la Stampante 3D nella Scuola dell'Infanzia. Spazi di utilizzo, sperimentazione e co-progettazione didattica. *Conference Proceedings Learning digitals: which issues from Education 2.0*, Cagliari, Italia.

- Guasti, L., & Rosa, A. (eds.). (2017). *Maker@Scuola. Stampanti 3D nella scuola dell'infanzia*. Firenze: Assopiù Editore.
- Kirschner, P.A., Sweller, J., 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.
- Idee del Movimento Avanguardie Educative.
<http://innovazione.indire.it/avanguardieeducative/didattica-scenari> (ver. 15.04.2019).
- Laurillard, D. (2013). *Teaching as a design science: Building pedagogical patterns for learning and technology*. New York, NY: Routledge.
- Lynch, E., & Browne, C. (2018). A framework for promoting diverse voices in the design cycle. *Proceedings 29th Australasian Association for Engineering Education*, Hamilton, New Zealand.
- Manzini, E. (1990). *Artefatti. Verso una nuova ecologia dell'ambiente artificiale*. Milano: Domus Academy.
- Martinez, S.L., & Stager, G. (2013). *Invent to learn: Making, tinkering and engineering in the classroom*. Torrance, CA: Constructing modern knowledge press.
- Mayer, R.E. (2013). Multimedia Learning. In J. Hattie & E.M. Anderman (eds.), *International Guide to Student Achievement* (pp. 93-113). London, UK: Routledge.
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., & Jones, K. (2009). *Evaluation of evidence-based practices in online learning: A meta-analysis and review of online-learning studies*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Mori, S., & Niewint, J., (in press). Processi cognitivi e stampante 3D alla scuola dell'infanzia: promuovere lo sviluppo per potenziare l'apprendimento. *Qwerty: Rivista di tecnologia, cultura ed Educazione*.
- Mori, S., Niewint, J. & Beni, C. (2018). Cognitive enhancement and 3d printer in kindergarten: an exploratory study. *ICERI 2018 Proceedings*, 2388–2392. <https://library.iated.org/view/MORI2018COG> (ver. 15.04.2019).
- Norman, D.A. (1991). Cognitive artefacts. In J.M. Carroll (ed.), *Designing interaction* (pp. 17-38). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Panzavolta, S., Mosa, E., Cinganotto, L., Guida, M., & Laici, C. (2018). MLTV, rendere l'apprendimento e il pensiero visibili nella scuola secondaria di secondo grado. *Exploring the micro, meso and macro. Proceedings of the European Distance and E-Learning Network (EDEN) 2018 Annual Conference*, Genova, Italia.
- Papert, S. (1991). Situating Constructionism. In S. Papert & I. Harel (eds.), *Constructionism* (pp. 1-11). New York, NY: Ablex Publishing Corporation.
- Project Zero del Harvard Graduate School of Education. <http://pz.harvard.edu> (ver. 15.04.2019).
- Rabardel, P., & Samurcay, R. (2001). From artifact to instrumented-mediated learning. New challenges to research on learning. *International symposium organized by the center for activity theory and developmental work research*, University of Helsinki, Helsinki.

- Raccomandazione 2018/C 189/01 del Consiglio Europeo 22 maggio 2018. *Raccomandazione del consiglio relativa alle competenze chiave per l'apprendimento permanente*. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN) (ver. 15.04.2019).
- Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important?. *Review of Educational Research*, 82(3), 330–348.
- Rizzo, A. (2000). La natura degli artefatti e la loro progettazione. *Sistemi Intelligenti*, 12(3), 437–542.
- Rossi, P.G. (2014). Le tecnologie digitali per la progettazione didattica. *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies*, 10, 113–133.
- Rossi, P.G., Giannandrea, L., & Magnoler, P. (2010). Mediazione, dispositivi ed eterotopia. Dal situated learning al post-costruttivismo. *Education Sciences & Society*, 1(1), 101–116. Roma: Armando.
- Rossi, P.G., & Toppano, E. (2009). *Progettare nella società della consocenza*. Roma: Carocci.
- Rowe, P.G. (1991). *Design thinking*. Boston, MA: MIT press.
- Sannio Fancello, G., Cianchetti, C. (2008). *WPPSI-III. Contributo alla taratura italiana*. Firenze: Giunti O.S. Organizzazioni Speciali.
- Scratch. <https://scratch.mit.edu> (ver. 15.04.2019).
- Scaradozzi, D., Screpanti, L., Cesaretti, L., Storti, M., & Mazzieri, E. (2018). Implementation and assessment methodologies of teachers' training courses for STEM activities. *Technology, Knowledge and Learning*, 1–21.
- Scheer, A., Noweski, C., & Meinel, C. (2012). Transforming constructivist learning into action: Design thinking in education. *Design and Technology Education: An International Journal*, 17(3), 8–19.
- Trepule, E., Tereseviciene, M., & Rutkienė, A. (2015). Didactic approach of introducing Technology Enhanced Learning (TEL). *Curriculum in Higher Education. Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 848–852.
- Trincherò, R. (2014). Il gioco computerizzato per il potenziamento cognitivo e la promozione del successo scolastico. Un approccio evidence based. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, 3(14), 7–24.
- Trincherò, R. (2018). Valutazione formante per l'attivazione cognitiva. Spunti per un uso efficace delle tecnologie per apprendere in classe. *Italian Journal of Educational Technology*, 26(3), 40–55.
- Voogt, J., & Roblin, N.P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299–321.
- Zheng, R. (2018). *Strategies for deep learning with digital technology: Theories and practices in education*. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers.