

## **MOOC: repository di strategie e metodologie didattiche in Matematica**

**Eugenia Taranto**  
**Ferdinando Arzarello**  
**Ornella Robutti**

**Abstract** – *This paper focuses on MOOC (Massive Open Online Courses) as a new paradigm in e-learning educational projects: it presents MOOCs for lower and upper secondary school mathematics teachers. On the one hand, a MOOC, with rich materials in innovative didactic methodologies and specific technological tools, can be understood as a repository from which teachers can draw inspiration. On the other hand - by allowing teachers from different geographic locations an opportunity for communication – a MOOC is also the place where these teachers - in a community of peers, supported by a vigilant but non-intrusive presence of trainers – have the rare opportunity to reflect together to organise strategies, processes and materials that are linked not only to age, type of school and social/individual situation, but also to the content of the discipline that has specific cognitive obstacles. The aim of this contribution is, therefore, to present our teacher education experiences through MOOCs, with a focus on the methodologies of mathematics teaching that were shared and debated with the teachers who attended the course, using as theoretical lens a new elaborated framework to analyse these new online training environments.*

**Riassunto** – *Il focus di questo articolo verte su MOOC (Massive Open Online Courses) per docenti di matematica di scuola secondaria (I e II grado), da considerarsi come nuovo paradigma nei progetti educativi in e-learning. Da un lato, un MOOC, con materiali ricchi di metodologie didattiche innovative e specifici strumenti tecnologici, si può intendere come un archivio informatico (repository) da cui gli insegnanti possono trarre spunto. Dall'altro lato, consentendo un'opportunità di comunicazione a vari insegnanti, provenienti da diverse realtà geografiche, un MOOC è anche il luogo in cui tali insegnanti – in una comunità unicamente di pari, sostenuta dalla vigile, ma non invadente presenza dei formatori – si ritrovano ad avere la rara occasione di poter riflettere insieme per orientare opportunamente strategie, processi e materiali, legati non solo a fascia di età, tipologia di scuola e situazione sociale/individuale, ma anche ai contenuti stessi della disciplina che presentano ostacoli cognitivi specifici. L'obiettivo di questo contributo è dunque quello di esporre le nostre esperienze di formazione insegnanti tramite MOOC, con un focus sulle metodologie di didattica della matematica che sono state condivise e approfondite con i corsisti, utilizzando come lente d'analisi un nuovo quadro elaborato proprio per analizzare questi nuovi ambienti di formazione insegnanti online.*

**Keywords** – MOOCs, teacher education, professional development, peer collaboration, community of practice, repository

**Parole chiave** – MOOC, formazione insegnanti, sviluppo professionale, collaborazione tra pari, comunità di pratica

**Eugenia Taranto** è Dottoranda in *Didattica della Matematica* presso l'Università degli Studi di Torino e il Politecnico di Torino. I suoi ambiti di ricerca riguardano: MOOCs (Massive Open Online Courses); metodologie, tecnologie e materiali per l'e-learning; formazione insegnanti di scuola secondaria con l'uso di tecnologie. Tra le sue più recenti pubblicazioni: *MOOC for mathematics teacher training: design principles and assessment* (in "Proceedings of the 13th ICTMT", Lione, France, 2017); *Analyzing MOOCs in terms of their potential for teacher collaboration: the Italian experience* (in "Proceedings of 10<sup>th</sup> CERME, Dublin, Ireland, 2017).

**Ferdinando Arzarello** è Professore Ordinario di *Matematiche Elementari* da un punto di vista superiore. È stato presidente della Commissione UMI-MIUR per l'elaborazione di un curriculum di Matematica (Matematica per il Cittadino) e responsabile scientifico del progetto ministeriale m@t.abel per l'insegnamento delle matematica; dal 1998 al 2006 presidente della CIIM; dal 2009 al 2013 presidente dell'ERME; dal 2013 al 2016 presidente dell'ICMI, al cui Executive Committee continua ad appartenere quale past President. È autore di più di 150 fra articoli e capitoli di libri in riviste e volumi internazionali su vari argomenti di didattica della matematica: insegnamento di algebra, geometria e analisi elementare nella scuola, Embodiment e matematica, Progettazione curricolare, Quadri teorici per l'insegnamento/apprendimento della Matematica.

**Ornella Robutti** è Professore Associato in *Didattica della Matematica* (Università di Torino, dal 2003). È membro della CIIM; responsabile di: Istituto di GeoGebra di Torino, Piano Lauree Scientifiche, progetto DIFIMA, progetto Liceo Potenziato in Matematica, progetto MERLO, canale YouTube Didattica della matematica Ornella Robutti. È autrice di materiali per docenti e di molti articoli di ricerca. I suoi campi di ricerca: l'apprendimento della matematica con le tecnologie, le comunità di insegnanti, l'inclusione in matematica. Articoli recenti: *Making sense out of the emerging complexity inherent in professional development* (MERJ, 2017); *ICME international survey on teachers working and learning through collaboration* (ZDM, 2016); *Growth point and gestures: looking inside mathematical meanings* (ESM, 2015).

## 1. Introduzione

Recentemente è nato un nuovo acronimo nel contesto dell'e-learning: MOOC - Massive Open Online Courses. Si tratta di corsi online su larga scala, ovvero rivolti ad un elevato numero di utenti, ai quali si può accedere gratuitamente e senza particolari requisiti. I MOOC sono diventati popolari nelle università come un modo per venire incontro a studenti lavoratori o genitori, ed anche per rinnovare e trasformare sia l'insegnamento sia l'apprendimento di varie discipline (si veda ad esempio: Siemens, Irvine & Code, 2013). In questo articolo, tuttavia, riportiamo un diverso utilizzo per i MOOC come spazio virtuale per l'aggiornamento e lo sviluppo delle competenze professionali degli insegnanti di matematica della scuola secondaria (primo e secondo grado). I dettagli sui contenuti e le modalità di erogazione di questi MOOC, aperti dal 2015 dal Dipartimento di Matematica "G. Peano" dell'Università di Torino, saranno dati nel §3.

Alla radice del progetto è l'ipotesi che un MOOC sia un buon ambiente per perseguire due temi significativi nelle ricerche sulla formazione insegnanti (di matematica in questo caso):

(i) capire come gli insegnanti possano effettivamente apprendere da questa esperienza online;

(ii) se/come/in che modo l'esperienza dei MOOC cambi le loro conoscenze, credenze e pratiche didattiche.

Queste questioni non sono peregrine: attualmente, sebbene siano presenti in letteratura studi sull'argomento, la ricerca non ha ancora sviluppato un quadro sufficiente a spiegare come le modifiche di conoscenze (intese come sviluppo professionale degli insegnanti) possano eventualmente verificarsi come prodotto delle attività in questi nuovi ambienti totalmente online. La letteratura in merito è scarsa (Siemens, 2004; Downes, 2012; Ozturk, 2015; Teixeira et al., 2015) e la carenza è poi quasi totale per quanto riguarda attività di aggiornamento degli insegnanti (Panero et al., 2017). Infatti, al recente XIII Convegno quadriennale dell'International Commission on Mathematical Education, svoltosi ad Amburgo nel luglio 2016, che raccoglie le esperienze più significative sulle ricerche e pratiche di insegnamento a livello planetario, il Topic Study Group 44, dedicato al "Distance learning, e-learning, blended learning" ha mostrato pochi studi su esperienze con MOOC finalizzati all'aggiornamento degli insegnanti.

Al contrario, esiste un'ampia letteratura (Robutti et al., 2016) che tratta il modo in cui gli insegnanti possono sviluppare il loro apprendimento professionale in corsi tradizionali, *face-to-face*, in particolare quando il tema dell'aggiornamento riguarda il rapporto tra istruzione e tecnologia.

Basandosi su questa situazione, Taranto in collaborazione con Arzarello e Goos (Taranto et al., 2017), ha elaborato un nuovo quadro teorico, che consente un'analisi precisa del modo in cui un docente partecipa a un MOOC come quelli qui discussi, finalizzati all'aggiornamento professionale degli insegnanti in servizio, del suo conseguente sviluppo professionale e dei possibili cambiamenti nelle sue pratiche didattiche.

In questo contributo ci limiteremo a dare una descrizione parziale del quadro, illustrando gli elementi che permettono di rispondere alla prima delle tematiche sopra evidenziate, ossia *cappare come gli insegnanti possano effettivamente apprendere, ovvero beneficiare di uno sviluppo professionale, da queste esperienze online*. Lo spazio virtuale creato dal MOOC si presenta, infatti, inizialmente come un archivio informatico ("repository"), un collettore di strategie e metodologie didattiche, nonché risorse tecnologiche, opportunamente selezionate dai formatori. Successivamente, all'ingresso degli insegnanti-corsisti, evolve. Difatti, tale spazio virtuale cresce, a partire dalle proposte del MOOC, proprio grazie ai più diversi contributi che i singoli corsisti spontaneamente condividono tra di loro, utilizzando le diverse opportunità comunicative che la piattaforma tecnologica offre. Cresce così un contesto complesso analogo a quello dei social network, in cui si aggregano gruppi diversi di interesse, diversi temi sono discussi e approfonditi e i singoli trovano così spesso l'opportunità di cambiare positivamente le loro credenze e obiettivi adattando quanto si discute al proprio contesto di lavoro. Questo aspetto, proprio per la specificità tipica del canale multimodale e libero che un MOOC offre, è difficilmente presente in un corso tradizionale *face-to-face*. In questo senso i partecipanti al MOOC evolvono verso la costituzione di una o più comunità di pratica ed eventualmente anche di indagine. Tutti questi punti qui accennati costituiscono il contenuto di questo articolo. Tratteremo pertanto la validità dell'ipotesi di lavoro (i) sopra elencata, discutendo come il progetto Math MOOC UniTo, promosso dal Dipartimento "G. Peano" dell'Università di Torino (descritto nel §3), si situa nel quadro istituzionale della formazione dei docenti promosso dal MIUR in relazione alle necessità di aggiornamento (§2); delineeremo il quadro teorico che dà conto della complessa dinamica sopra descritta (§4) e illustreremo i nostri argomenti con esempi desunti

dalle concrete esperienze vissute dai nostri insegnanti-corsisti nei nostri MOOC (§6). Infine accenneremo a come uno studio così impostato rappresenti una nuova pista di indagine pedagogica in relazione alle modalità di interazione che le nuove tecnologie offrono per il miglioramento della professionalità degli insegnanti (§7).

## 2. La formazione docenti

La formazione in servizio dei docenti ha subito una svolta significativa nell'ottobre 2016 con il Piano nazionale per la formazione in servizio dei docenti ([http://www.istruzione.it/piano\\_docenti/](http://www.istruzione.it/piano_docenti/)), che pone come centrale il problema della formazione, insieme con alcuni punti fondamentali che lo valorizzano, come la collaborazione tra docenti e a livello istituzionale, la qualità dei percorsi formativi, una continua innovazione, lo sviluppo professionale del docente.

Dal Piano per la formazione si legge infatti (p. 7): “La collaborazione va incoraggiata a tutti i livelli:

- a scuola, anche istituzionalizzando modelli di tutoraggio e mentoring;
- a livello territoriale, per la costruzione di filiere formative efficaci e di reti cooperative per lo sviluppo di azioni coordinate;
- a livello nazionale, all'interno dei gruppi disciplinari e interdisciplinari;
- a livello internazionale, stimolando l'apertura al confronto e l'intensificazione degli scambi internazionali, anche attraverso esperienze oggi rese possibili dai gemellaggi europei”.

L'attenzione delle istituzioni per la formazione docente, intesa in senso moderno e condiviso nella ricerca internazionale, è un punto qualificante dell'iniziativa. Il nostro progetto di MOOC, come modulo formativo per docenti in servizio dedicato alla didattica della matematica si colloca in quest'ottica sottolineata dalle istituzioni.

In particolare, promuove prima di tutto la collaborazione tra istituzioni (Università e scuole) coinvolte nel progetto di formazione. Quindi, sostiene e stimola la collaborazione tra docenti, sia a distanza, se lontani logisticamente, sia in presenza se fanno parte della stessa scuola o di comunità che hanno l'occasione di incontrarsi. In modo particolare, come vedremo nel §5, creando una comunità virtuale sul web, dà l'occasione a tutti quei docenti che vivono in posizioni decentrate di non sentirsi isolati, bensì di condividere obiettivi, attività, metodologie con colleghi vicini e lontani. Infatti, l'isolamento può essere sentito sia per motivi logistici, sia per motivi culturali: assistiamo spesso nella formazione dei docenti a casi narrati di docenti, anche in scuole grandi con molti colleghi, che si sentono isolati perché non hanno modo di condividere idee e metodologie educative nuove. Ultimo, ma non meno importante, è la collaborazione a livello internazionale. I docenti in genere non hanno opportunità istituzionali per collegarsi con la comunità internazionale, ma gli universitari e i formatori sì. Quindi la proposta formativa qui descritta è stata realizzata anche tenendo conto del dibattito che si svolge a livello internazionale sulla formazione dei docenti, sulla collaborazione, sulle strategie e le metodologie didattiche innovative.

Sempre nel Piano per la formazione si legge (p. 63): “La formazione che lascia il segno si basa sul confronto tra pari e sulla rielaborazione critica delle esperienze didattiche, ma richie-

de anche l'introduzione di stimoli culturali, di sguardi diversi, di prospettive che possono andare al di là della propria comunità di appartenenza. Questo è il senso dell'apertura del sistema alle strutture universitarie".

Il MOOC costituisce pertanto un'occasione di formazione dei docenti, ma anche un'occasione per i ricercatori di condurre uno studio sui docenti che lavorano e imparano in collaborazione. La nostra ricerca è infatti finalizzata a capire come si realizzano le pratiche di collaborazione dei docenti, come evolvono nel tempo in seguito agli stimoli ricevuti e alla interazione attivata in piattaforma e come queste si differenzino da quelle prodotte nei corsi *face-to-face*. La ricerca è inoltre finalizzata a capire l'intreccio dinamico che si stabilisce tra le pratiche e i prodotti delle pratiche stesse, in termini di messaggi e interventi in piattaforma, ma non solo: in termini di rielaborazione di attività e percorsi didattici, di file multimediali, di software, e in termini anche di progettazione di nuovi materiali.

Nel seguito si espongono quindi le nostre esperienze di formazione insegnanti tramite MOOC, con un focus su alcuni esempi relativi alle strategie e metodologie di didattica della matematica che sono state condivise e approfondite con i corsisti.

### 3. Il progetto Math MOOC UniTo

Dal settembre 2013 al giugno 2015, presso il Dipartimento di Matematica "G. Peano" dell'Università di Torino, F. Arzarello e O. Robutti hanno tenuto, insieme con colleghi del Dipartimento e docenti molto esperti della scuola secondaria, un Master di secondo livello "Formatori in Didattica della Matematica", promosso dal MIUR e rivolto ad insegnanti-ricercatori che hanno ricevuto formazione in Didattica della Matematica e su processi di insegnamento-apprendimento innovativi attraverso i materiali didattici del progetto *m@t.abel* (<https://goo.gl/Q30Dn0>)<sup>1</sup>. Alla fine del Master, formatori e corsisti avevano identificato le seguenti necessità: consapevolezza del ruolo della formazione nell'attività dell'insegnamento; volontà di sviluppare migliori pratiche di innovazione utilizzando anche software matematici; riconsiderare in termini di apprendimento le pratiche di condivisione dei social media diffuse tra gli studenti.

Alcuni corsisti del master (V. Alberti e S. Labasin) erano stati affascinati dalle caratteristiche di un fenomeno emergente in quel periodo, i MOOC, ovvero corsi open, che consentono una gestione autonoma dei tempi (accesso "anywhere" e "anytime") e promuovono apprendimento e cooperazione. I MOOC sono quindi stati visti come trampolino di lancio per poter concretizzare le sentite necessità, mostrandosi come possibilità di offrire un'autentica esperienza di sviluppo professionale rivolta ad un grande numero di insegnanti, su base nazionale. Ha così preso vita il progetto Math MOOC UniTo, ossia progettazione, produzione ed erogazione di MOOC di Matematica destinati alla formazione di insegnanti (in servizio) della scuola secondaria (I e II grado). Il gruppo di lavoro è costituito dai seguenti formatori: docenti univer-

---

<sup>1</sup> *m@t.abel* è un programma nazionale pluriennale promosso dal MIUR che ha proposto l'innovazione nell'insegnamento della matematica, basandosi su concrete attività proposte agli insegnanti e discusse con loro in appositi programmi di sviluppo professionale.

sitari (F. Arzarello e O. Robutti), una studentessa di dottorato (E. Taranto) e alcuni insegnanti-ricercatori (V. Alberti, A. Coviello, S. Labasin) che si occupano del coordinamento della progettazione, della trasposizione digitale e del monitoraggio; inoltre un gruppo di circa 15 insegnanti-ricercatori che elabora i contenuti delle attività. Si tratta dunque di MOOC progettati da insegnanti (con la collaborazione dei ricercatori) per insegnanti (in servizio), erogati attraverso la piattaforma “DI.FI.MA. in rete” (<http://difima.i-learn.unito.it/>) su Moodle.

Sono stati progettati 4 MOOC, uno per ogni Nucleo generale di programmazione, proprio sia delle Indicazioni ministeriali sia del progetto *m@t.abel* (Numeri, Geometria, Relazioni e Funzioni, Dati e Previsioni). Ad oggi sono stati erogati il *MOOC Geometria* (da Ottobre 2015 a Gennaio 2016, con 424 insegnanti italiani e tasso di completamento pari al 36%) e il *MOOC Numeri* (da Novembre 2016 a Gennaio 2017, con 278 insegnanti italiani, concluso dal 43% di loro); il *MOOC Relazioni e Funzioni* partirà a Gennaio 2018.

La durata di ogni MOOC realizzato varia da 6 a 8 settimane. I corsi, offerti gratuitamente, si svolgono interamente a distanza e rispondono in maniera immediata alla richiesta di una formazione che si adatti ad ogni esigenza di luogo, orario e tempi di apprendimento. Ognuno di essi è composto da moduli di apprendimento, dei quali il primo è introduttivo (evidenzia le principali caratteristiche organizzative e spiega la struttura generale del MOOC che ci si appresta a seguire); i successivi volti a focalizzarsi su specifici nodi concettuali propri della didattica della Geometria o di Numeri, rispettivamente; e il finale è dedicato alla realizzazione di un Project Work (progettazione di un’attività didattica che si ispiri ai temi trattati durante il MOOC) e alla Peer Review del Project Work realizzato da un collega.

I materiali in essi contenuti, prodotti al Master, sono proposte didattiche valide, che hanno preso spunto da quelle raccolte in *m@t.abel*, riviste e approvate dai docenti responsabili del Master (F. Arzarello e O. Robutti). Tali materiali vengono resi fruibili ai docenti iscritti al MOOC mediante strumenti di e-learning innovativi e open source, quindi scaricabili gratuitamente dalla rete e perciò anche facilmente implementabili nelle proprie pratiche didattiche. Il materiale contenuto in ogni modulo, consultabile sia in modalità sincrona che asincrona, spazia da video di docenti universitari, ad articoli e link (che rimandano a YouTube e GeogebraTube). C’è una specifica sezione di “learning activity” (insieme delle attività da svolgere durante il periodo previsto dalla formazione); specifiche bacheche di comunicazione predisposte (Forum; Padlet: [it.padlet.com](http://it.padlet.com)<sup>2</sup>; Tricider: [www.tricider.com](http://www.tricider.com)<sup>3</sup>), ovvero i luoghi che permettono scambi di idee, esperienze e materiali tra i corsisti; una sezione “webinar”, che consente ai corsisti di partecipare a videoconferenze – preventivamente pubblicizzate – con l’esperto (docente universitario o insegnante-ricercatore) del modulo.

Il completamento delle attività richieste per ogni modulo è attestato con l’assegnazione di un “badge”. Al termine del percorso, se si sono collezionati tutti i badge e dunque soddisfatte tutte le consegne del MOOC, si ottiene la certificazione finale di attestata frequenza e accerciamento delle attività effettivamente svolte.

<sup>2</sup> Bachecca di comunicazione molto simile ad un Forum, in cui si possono postare, oltre al testo, anche documenti, immagini e video. A differenza del forum, Padlet non permette la nidificazione delle risposte.

<sup>3</sup> Per maggiori informazioni in merito si veda la Figura 9.

#### 4. Quadro teorico

Un MOOC è un ambiente molto dinamico e complesso, in cui si alternano diversi protagonisti vicendevolmente. Infatti, nella fase di progettazione, quando inizia a prendere forma, il MOOC è abitato dai progettisti e dai formatori che propongono i materiali e le risorse da includervi. Una volta pronto, esso è ancora ad uno stato inerte; viene poi consentito l'accesso a nuovi partecipanti: i corsisti. Essi lo scoprono settimanalmente, poiché ogni nuovo modulo si apre di settimana in settimana, con i precedenti che rimangono via via aperti. Quindi i corsisti possono scoprire le novità contenute nel modulo appena aperto, ma allo stesso tempo andare ad approfondire i contenuti delle settimane precedenti (leggere più attentamente attività viste velocemente in precedenza; ritornare a leggere i commenti lasciati dagli altri, come pure lasciarne di propri). A volte, come è accaduto nel nostro caso, i corsisti possono condividere i propri materiali con gli altri corsisti tramite le bacheche di comunicazione, espandendo l'originaria struttura del MOOC.

Al fine di descrivere e analizzare le dinamiche che si svolgono all'interno di un MOOC, Taranto, lavorando con Arzarello, ha sviluppato un quadro teorico chiamato MOOC-MDT (Taranto *et al.*, 2017). Questo integra tre quadri teorici in una forma nuova: la Meta-Didactical Transposition, o brevemente MDT (Arzarello *et al.*, 2014), il Connettivismo (Siemens, 2004; Downes, 2012) e l'Approccio Strumentale (Verillon & Rabardel, 1995). In ciò che segue daremo una sintetica idea del quadro.

Innanzitutto possiamo considerare un MOOC come un artefatto (Verillon & Rabardel, 1995), cioè un insieme statico di materiali. Il Connettivismo permette di considerare che il MOOC-artefatto ha una sua rete di conoscenza, i cui nodi sono i contenuti, le idee, le immagini e i video usati; e le connessioni sono i collegamenti tra coppie di nodi. Quando un modulo del MOOC viene attivato, esso crea in maniera dinamica una struttura complessa che noi chiamiamo *ecosistema*, intendendo "tutte le relazioni (scambio di materiali, esperienze e personali idee/punti di vista) messe in atto dai partecipanti di una comunità online, grazie agli strumenti tecnologici attraverso cui essi interagiscono tra loro, stabilendo connessioni all'interno di un dato contesto" (Taranto *et al.*, 2017).

La rete di conoscenza del MOOC-ecosistema è dinamica: essa evolve come rete del MOOC-artefatto grazie ai contributi dei partecipanti. Anche la rete degli individui evolve come una personale auto-organizzazione (Siemens, 2004) dell'ecosistema. Il processo di trasformazione da artefatto a strumento (Verillon & Rabardel, 1995) è qui sostituito dall'evoluzione artefatto-ecosistema/strumento.

In un MOOC ci sono due comunità, una comunità di progettisti e ricercatori (che nel seguito indicheremo come "formatori") e una comunità di docenti-corsisti (che nel seguito indicheremo semplicemente come corsisti), così come anche individuate nella MDT (Arzarello *et al.*, 2014). Le prasseologie meta-didattiche<sup>4</sup> iniziali dei formatori evolvono erogando il percorso

---

<sup>4</sup> La MDT è un modello che descrive il processo di sviluppo professionale degli insegnanti, inteso come processo evolutivo e dinamico compiuto dall'attività sia degli insegnanti sia dei formatori durante un corso di formazione *in presenza*. Questa attività viene descritta facendo appello al costrutto teorico delle prasseologie meta-

formativo attraverso il MOOC e si basano su due consapevolezze. La prima è che, all'interno del MOOC, si ha un apprendimento di tipo connettivista: ogni corsista è parte di una comunità e mette in atto dei processi autonomi, infatti ha l'opportunità di condividere i suoi punti di vista, auto-organizzando le informazioni che riceve tramite la fruizione dei materiali del MOOC, creando così nuove connessioni e rivalutando quelle che già esistevano nella sua rete di conoscenza. La seconda è che ciò che viene proposto nel MOOC dovrebbe incoraggiare i corsisti a sperimentare in classe.

Le prasseologie meta-didattiche dei formatori costituiscono dunque le connessioni della rete del MOOC-artefatto, ossia i prodotti del MOOC. Durante l'implementazione della rete di conoscenza del MOOC-artefatto, infatti, i formatori incoraggiano la sua natura di ecosistema, condividendo strumenti e ponendo appropriate domande chiave. Inoltre i compiti che essi progettano suggeriscono ai corsisti, in maniera più o meno esplicita, di usare i materiali proposti in classe. In questo modo il MOOC è arricchito dalle testimonianze delle esperienze di insegnamento dei corsisti: questo processo innesca un circolo virtuoso che incoraggia altri corsisti a sperimentare gli stessi materiali.

La comunità dei corsisti non è un soggetto unitario che apprende: il MOOC-ecosistema è uno strumento che appartiene ad ogni singolo corsista. I corsisti devono svolgere multi-compiti, attraverso multi-tecniche, giustificate appropriatamente. Infatti essi devono visionare i materiali proposti, condividere le proprie idee mediante gli strumenti di condivisione e sperimentare le attività. Questi compiti non sono predeterminati, infatti dipendono dal tempo, dal modo e dal grado di approfondimento con cui ogni corsista vi si dedica. Le multi-tecniche sono perciò i modi con cui i corsisti ampliano e modificano la propria rete attingendo da quella dell'ecosistema, e influenzandola a loro volta (influenzando così tutti gli altri corsisti). Le prasseologie meta-didattiche di ogni corsista innescano quello che noi chiamiamo "doppio processo di apprendimento"<sup>5</sup>: visibile, da un lato nel fatto che il MOOC-ecosistema è uno strumento di apprendimento per il singolo individuo, dall'altro che l'uso del MOOC-strumento da parte dell'individuo genera apprendimento per l'intero ecosistema.

Il processo è dinamico ed è costituito dalle seguenti componenti che sono intrecciate e che si auto-alimentano a vicenda (Figura 1):

didattiche (Arzarello et al., 2014, pp. 353-355) di insegnanti e formatori, che consistono del compito nel quale essi sono impegnati durante il programma di formazione, delle tecniche usate per risolverlo, insieme alle sue giustificazioni teoriche.

<sup>5</sup> Si noti, nel seguito, come il doppio processo di apprendimento derivi dall'utilizzo della lente dell'Approccio Strumentale e del Connettivismo. Anche da un punto di vista di terminologia, il termine "processo" è ripreso dall'Approccio Strumentale, mentre il termine "apprendimento" dal Connettivismo.

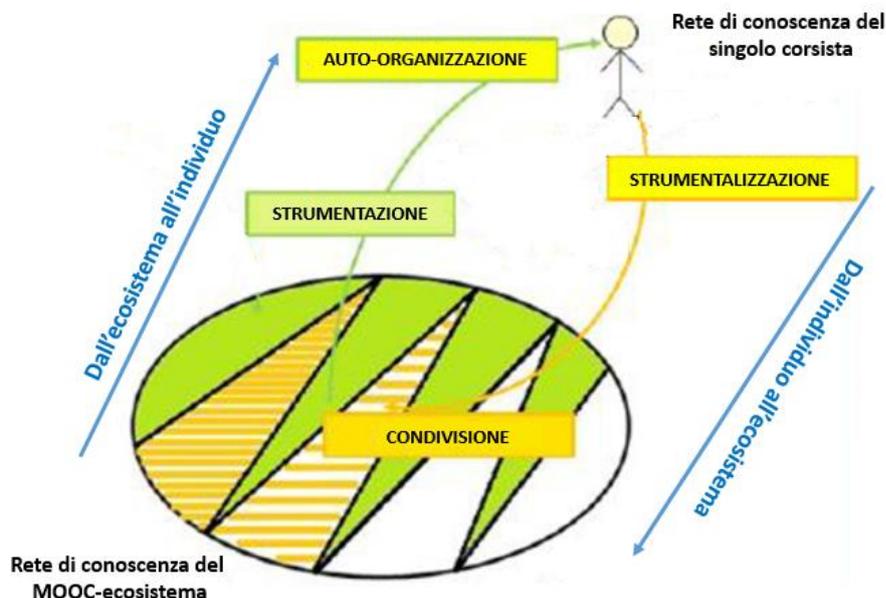


Figura 1 – Doppio processo di apprendimento

– *strumentazione/auto-organizzazione* (dall'ecosistema all'individuo): è il processo con cui la rete del MOOC-ecosistema amplia la rete di conoscenza dell'individuo. In particolare, la strumentazione (Verillon & Rabardel, 1995) è il processo con cui il caos (Siemens, 2004) della rete dell'ecosistema raggiunge l'individuo. Le molte novità e diversità di opinioni e di esperienze, fanno in modo che l'individuo si confronti con nuovi schemi d'uso (di Didattica della Matematica). Questo instaura nuove connessioni, in uno stadio ancora caotico. A questo processo segue una fase di auto-organizzazione (Siemens, 2004), che avviene nel momento in cui l'individuo auto-organizza le informazioni presenti nel MOOC, seleziona quali schemi d'uso proposti sono per lui di valore e quali no, e amplia e modifica la propria rete di conoscenza su questi. Il MOOC-strumento è, in questo processo, sorgente da cui il corsista apprende.

– *strumentalizzazione/condivisione* (dall'individuo all'ecosistema): è il processo con cui la rete di conoscenza dell'individuo amplia la rete del MOOC-ecosistema. La strumentalizzazione (Verillon & Rabardel, 1995) è il processo con cui l'individuo, con la propria rete di conoscenza rinnovata (sia dal processo precedente, che da altri avvenimenti esterni al MOOC, come dalla sperimentazione), pensa e costruisce in autonomia nuove connessioni. Stimolato da un compito richiesto dal MOOC, si rivolge all'ecosistema per trasformarlo secondo i propri (nuovi) schemi d'uso (di Didattica della Matematica), e per integrarlo con le proprie strutture cognitive. La condivisione consiste nel processo con cui il MOOC accoglie il contributo del singolo corsista e lo mette a disposizione di tutti: le informazioni vanno verso tutti i membri dell'ecosistema che possono quindi essere influenzati dai nuovi contenuti presenti nel MOOC.

Il MOOC-strumento a disposizione del singolo corsista, è, in questo processo, sorgente da cui l'ecosistema apprende.

Poiché al MOOC partecipa un gran numero di iscritti, il processo si itera: ad un momento di condivisione segue una nuova strumentazione; a un'auto-organizzazione una strumentalizzazione. Va sottolineato che i due processi sono "intrecciati": non esiste un momento in cui termina uno ed inizia il successivo. Inoltre, i due processi sono intrecciati a tal punto che ognuno di essi innesca il successivo, il che è determinato dal fatto che il MOOC-ecosistema si presenta come "un aggiornamento continuo del MOOC-artefatto".

È proprio in questo complesso e iterato processo di apprendimento che giace la differenza tra il quadro della MDT (formazione in presenza) e il MOOC-MDT (formazione a distanza). Infatti, nella MDT i formatori basano le loro proposte in accordo alle pratiche che reputano appropriate, avendo una chiara idea di quanto i corsisti apprendono via via da tali proposte mostrate. Al contrario, nel MOOC-MDT il processo appare più difficile da controllare: i formatori non sanno "cosa" il corsista ha veramente visionato tra i materiali presentati, né tanto meno possono sapere come lui li stia interpretando (a meno che egli non lo dichiari apertamente sulle bacheche di comunicazione). Contemporaneamente, i corsisti beneficiano di materiali forniti non solo dai formatori, ma anche da altri corsisti che condividono propri materiali e/o idee usando le bacheche di comunicazione. Il processo evolve quindi in maniera stocastica: un ruolo determinante è giocato dal singolo corsista e dal suo sentirsi parte di una comunità con cui collaborare, dalla quale farsi ispirare e condividere risultati.

## 5. Domanda di ricerca

Come evidenziato in precedenza, l'intento del contributo è quello di fornire risposta ad una tematica di ampio respiro sui MOOC: come gli insegnanti possono effettivamente beneficiare di uno sviluppo professionale da un'esperienza di formazione tramite MOOC. Alla luce del quadro teorico esposto, possiamo formulare la seguente domanda di ricerca: *Come avviene il doppio processo di apprendimento che permette lo sviluppo della rete di conoscenza degli insegnanti che prendono parte ad un MOOC-ecosistema? Esistono particolari potenzialità in un MOOC-artefatto che, se opportunamente organizzate, favoriscono tale sviluppo della rete di conoscenza individuale, ossia un mutamento delle proprie prasseologie meta-didattiche?*

## 6. Le potenzialità dei MOOC Geometria e Numeri

Soffermandoci solo al livello di progettazione, il MOOC-artefatto, ossia il luogo in cui hanno accesso solo i formatori (docenti universitari e insegnanti-ricercatori), è il contenitore di specifici prodotti, ovvero i materiali ricchi di metodologie didattiche innovative e gli specifici strumenti tecnologici. Possiamo quindi intenderlo come un archivio da cui gli insegnanti possono trarre spunto.

Una volta che però il MOOC viene aperto, questo viene abitato dai docenti-corsisti, che mettono in moto l'ecosistema con quelli che sono i processi esercitati sui prodotti. Infatti, grazie alle bacheche di comunicazione inserite nel MOOC, i corsisti – abitanti di diverse realtà geografiche e di diverso ordine scolastico – si ritrovano ad avere la rara occasione di poter riflettere insieme per orientare opportunamente strategie, processi e materiali, legati non solo a fascia di età, tipologia di scuola e situazione sociale/individuale, ma anche ai contenuti stessi della disciplina che presentano ostacoli cognitivi specifici. La ricchezza delle loro interazioni fa sì che ognuno abbia la possibilità di estendere la propria rete di conoscenza, ma al tempo stesso è lo stesso MOOC che si arricchisce con i loro contributi, in un'alternanza di MOOC-ecosistema/strumento intrecciata ed iterata. Viene via via a costituirsi una comunità unicamente di pari, che si profila essere una comunità di pratica (Wenger, 1998) sostenuta dalla agile, ma non invadente presenza dei formatori<sup>6</sup>.

Di seguito si alterneranno quindi l'esposizione della metodologia di conduzione della ricerca empirica e l'esposizione dei risultati, al fine di mostrare come i corsisti hanno tratto vantaggio da queste potenzialità dei MOOC: MOOC come archivio; interazione tra i partecipanti; comunità di pratica.

### 6.1. MOOC come archivio

In MOOC Geometria e MOOC Numeri sono stati realizzati rispettivamente 5 moduli, con titoli accattivanti, su specifici nodi concettuali e/o argomenti. Ognuno di essi ha un modulo finale che verte su attività di produzione e revisione da parte dei corsisti (Figura 2).

	MOOC Geometria		MOOC Numeri	
	Titoli	Contenuti	Titoli	Contenuti
<b>Modulo 1</b>	Rampe, vele, parchi e piegatura della carta	Distanza con attività laboratoriali e utilizzo di Geogebra	Meteoriti, batteri, chicchi di riso, i numeri e il loro significato	Ordine di grandezza e senso del numero con attività laboratoriali e utilizzo di Geogebra
<b>Modulo 2</b>	Da orologi, girandole e pattinatori allo spettacolo di Natale	Angolo con attività laboratoriali e utilizzo di Geogebra	Metodologia MERLO	Riconoscere rappresentazioni su diversi registri con stesso significato
<b>Modulo 3</b>	Eredità, un problema di Pólya e quale dimostrazione	Argomentare, congetturare e dimostrare e utilizzo di Geogebra	Valutazione e INVALSI	Valutare intelligenze diversificate e competenze
<b>Modulo 4</b>	Valutazione- INVALSI	Valutare intelligenze diversificate e competenze	Salire le scale	Induzione/ricorsione e utilizzo di Geogebra
<b>Modulo 5</b>	Metodologia MERLO	Riconoscere rappresentazioni su diversi registri con stesso significato	Aritmetica, Algebra e i Linguaggi matematici	Aritmetica, linguaggio algebrico, il significato dei simboli e utilizzo di Geogebra
<b>Modulo finale</b>	Project Work finale e Peer Review	Progettare un'attività didattica mediante un software specifico e fare la revisione di un'attività progettata da un altro corsista	Project Work finale e Peer Review	Progettare un'attività didattica mediante un software specifico e fare la revisione di un'attività progettata da un altro corsista

Figura 2 – Moduli dei MOOC Geometria e Numeri

<sup>6</sup> Scelta metodologia dei formatori è stata infatti quella di intervenire il meno possibile nelle bacheche di comunicazione per non snaturare gli interventi dei corsisti e sostenere la nascita di una comunità interattiva fatta proprio da soli corsisti. Tuttavia, i formatori erano sempre vigili, dietro le quinte, per rispondere a qualsiasi necessità tecnico-didattica si poteva presentare.

In ogni modulo vengono proposte specifiche metodologie proprie della didattica della matematica, quali la didattica laboratoriale (Anichini *et al.*, 2004) con attenzione al considerare attività che prendano spunto da contesti reali, quindi familiari o facilmente immaginabili per gli studenti; lavori di gruppo per il saper fare in ottica collaborativa; stimolazione alla discussione matematica (Bussi *et al.*, 1995); la metodologia MERLO (Arzarello, Robutti & Carante, 2015); utilizzo di tecnologia (soprattutto Geogebra con esempi guidati di costruzione), ma anche materiali poveri (cartoncino, spago...). Inoltre, vengono proposte attività con specifiche strategie didattiche, volte a sradicare comuni misconcetti degli studenti o ad introdurre argomenti presenti nelle Indicazioni Nazionali, ma poco trattati tra i banchi di scuola. Rispetto allo sradicare i misconcetti, facciamo per esempio riferimento ai Moduli 1 e 2 del MOOC Geometria, nei quali è stato importante per i corsisti ricevere esempi di attività per insistere sulla differenza tra verticale e perpendicolare, oppure tra arco ed angolo; oppure ancora al Modulo 1 del MOOC Numeri, in cui si sono presentate diverse attività orientate a sviluppare correttamente negli allievi il senso del numero. Rispetto invece ad argomenti poco trattati tra i banchi di scuola, ci riferiamo al modulo 4 del MOOC Numeri, in cui è stato affrontato il tema della ricorsione. Qualche corsista, infatti, si esprime così: “il tema della ricorsione mi ha stimolato parecchio perché, sinceramente, mi mancava una trattazione teorica”.

Vedremo ora brevemente uno tra gli esempi sopra richiamati: riporteremo le strategie presentate nel MOOC ed i giudizi dei corsisti in merito. Nelle sezioni successive vedremo invece come questi elementi del MOOC-artefatto abbiano poi dato origine a specifici processi messi in atto dai corsisti nel MOOC-ecosistema/strumento.

DIFFERENZA TRA ARCO E ANGOLO (tratta da [m@t.abel](mailto:m@t.abel): <https://goo.gl/HWGY5g>; attività proposta per la scuola secondaria di primo grado – I anno).

L'angolo è uno dei primi enti della geometria nel quale gli alunni si imbattono nel loro percorso scolastico. E' nota tuttavia la difficoltà di raggiungere un'adeguata padronanza di questo concetto. Il problema della sua costruzione obbliga i ragazzi ad affrontare un grosso ostacolo epistemologico: quello della comprensione che l'ampiezza dell'angolo non varia al variare della lunghezza dei lati. Partendo da una situazione problematica legata all'orologio e allargandola alla costruzione di un orologio di grandi dimensioni, si vuole che gli allievi ottengano angoli piccoli (ad es. di un grado) su circonferenze di raggi diversi, in modo da associare l'angolo allo spazio tra le due semirette e non semplicemente all'arco che si usa per indicarlo. Questa esperienza ha lo scopo di evitare il fraintendimento, diffuso tra gli allievi, che l'angolo si identifichi con l'arco oppure con una regione finita di piano.



*Figura 3 – Individuazione delle ore 3, 6, 9, 12*



*Figura 4 – Divisione dell'arco corrispondente all'angolo di  $90^\circ$  in tre parti uguali per ottenere l'ora 1 corrispondente all'angolo di  $30^\circ$*



*Figura 5 – Misura dell'arco corrispondente all'angolo di  $90^\circ$*



*Figura 6 – Angolo di  $6^\circ$ , corrispondente ad 1 minuto primo, quinta parte dell'angolo di  $30^\circ$  corrispondente all'ora 1*



*Figura 7 – Divisione in 6 parti dell'arco corrispondente all'angolo di  $6^\circ$  per ottenere l'angolo di  $1^\circ$*



*Figura 8 – Angolo di  $1^\circ$*

La metodologia adottata si fonda sull'orchestrazione da parte dell'insegnante della discussione matematica, alternando momenti di lavoro a classe intera, ad altri a piccolo gruppo, per garantire la cooperazione, l'interazione, il confronto con i compagni. Occorre dedicare tempo sufficiente agli allievi per argomentare, discutere le proprie soluzioni, sostenere le proprie affermazioni, validare la propria attività matematica. La raccolta delle ipotesi di soluzione va fatta con estrema disponibilità, senza valorizzarne una in particolare, oppure stroncarne una non corretta.

Questa è l'attività con cui si apre il modulo. Ecco qualche commento "a caldo" dei corsisti, rilasciati sul Forum dedicato al commentare questa attività proposta, testimonianza della messa in atto della prima fase del doppio processo di apprendimento: la strumentazione/auto-organizzazione.

F.D. “mi sembra interessante”

F.G. “Domani provo con la mia classe prima. L’attività è molto ben strutturata e mi piacciono molto le domande stimolo proposte [...]”

S.T. “Leggo che state affrontando le proposte in classe prima mentre io sto lavorando in seconda [...] sto testando queste attività (entusiasmanti) più come consolidamento di due aspetti della geometria già trattati. E l’esperienza comunque funziona. Domani lavoro di sintesi dell’orologio. Vediamo se mi sorprendono. E’ una classe volenterosa ma con poche competenze”.

Tutti coloro che sono intervenuti nel Forum hanno certamente sperimentato una fase di strumentazione, nel momento stesso in cui hanno cliccato il link che li ha indirizzati all’attività dell’angolo di un grado. La fase di auto-organizzazione segue in maniera spontanea: nell’attimo in cui leggono le informazioni e le reputano un valore aggiunto per le proprie pratiche didattiche, stanno automaticamente espandendo la loro rete di conoscenza.

Se da un lato ciascuno formula il proprio giudizio, mettendo in atto una fase di strumentazione; qualcuno inizia anche a rispondere a commenti di altri colleghi, mettendo già in atto una fase di strumentalizzazione, ossia inizia a costruire autonomamente nuove connessioni sfruttando il MOOC-strumento, espandendo al contempo la rete dell’ecosistema.

F.B. “credo sia fondamentale che gli studenti sperimentino col movimento personale molti concetti della geometria. Mi chiedo se molte delle difficoltà che oggi hanno i ragazzi sono dovute al fatto che si gioca di meno all’aperto e più sul PC [...]”

S.C. “Condivido pienamente la tua riflessione, al punto che non appena comincerò a trattare gli angoli nella classe prima di quest’anno, mi trasferirò per qualche ora in palestra, in collaborazione con l’insegnante di educazione fisica, che si è reso disponibile. Vorrei sperimentare attività che permettano di elaborare il concetto di angolo attraverso i movimenti del corpo... un po’ la scoperta dell’acqua calda, me ne rendo conto, ma tali esperienze mancano ai ragazzi!!!”.

Nel Modulo 2 seguono poi molti altri esempi di attività, scrupolosamente dettagliate come la precedente (“Muoversi con gli angoli” che parte dalla costruzione della rosa dei venti per arrivare a muoversi nello spazio, arrivando a definire di quanti gradi ci si deve spostare rispetto al nord (direzione) e di quanti metri (distanza) in modo che chiunque possa raggiungere lo stesso punto in modo inequivocabile; “Dall’astronomia alla trigonometria” in cui si discutono strategie per calcolare l’altezza di un palazzo, riuscendo a misurare la sua ombra. Ci sono soluzioni attuabili con carta e penna, altre con Geogebra, fin poi ad arrivare alla definizione di  $\sin x$ ,  $\cos x$ ,  $\tan x$  in un triangolo rettangolo, per poi estendere il concetto di seno di un angolo a qualsiasi angolo e così passare alle funzioni goniometriche) ed ancora altre sulle quali non abbiamo spazio per soffermarci.

I MOOC si possono quindi effettivamente considerare come degli archivi, ossia grandi contenitori di materiali a cui gli insegnanti possono attingere ed ispirarsi nella loro pratica didatti-

ca<sup>7</sup>, integrandoli opportunamente, a seconda dell'ordine scolastico e/o tipologia di scuola nei quali insegnano.

### 6.2. MOOC e interazioni tra i partecipanti

I corsisti comunicano tra loro, in modalità sincrona e/o asincrona, attraverso specifiche bacheche di comunicazione. In Figura 10 una descrizione un po' più approfondita delle bacheche di comunicazione presenti nel Modulo 2.

Bachecca di comunicazione	Azioni promosse	Motivi della scelta
<i>Forum</i>	Per le discussioni pubbliche, dove ognuno può leggere e rispondere ai messaggi, usando risposte nidificate	Per dare ai corsisti uno strumento di discussione conosciuto e <u>friendly</u> da usare
<i>Tricider</i>	Per fare facili brainstorming e votare. Consente di prendere decisioni, ottenere informazioni e generare idee.	Per facilitare il prendere decisioni dopo ogni discussione, con la richiesta di votare.

Figura 9 – Bacheche di comunicazione del Modulo 2 del MOOC Geometria

È interessante analizzare come continuano le conversazioni dei corsisti man mano che esplorano il modulo. Siamo quindi nella fase della strumentalizzazione/condivisione, ovvero quel momento in cui ogni corsista ha ormai auto-organizzato i materiali del modulo e grazie a questi ha espanso la propria rete di conoscenza. Il corsista inizia così a creare nuove connessioni tra quella che era la sua precedente conoscenza e ciò che via via apprende non solo consultando le attività del MOOC, ma anche i commenti dei suoi pari, insegnanti di matematica che come lui sono quotidianamente immersi tra i banchi di scuola.

Interessante, nel Forum, è una discussione chiamata “Radiante” (dal primo corsista che ha iniziato a scrivere), che ha ricevuto 21 repliche. Vediamo il primo post e le risposte più significative.

N.C. – 2 novembre 2015, ore 09:49 – “Le attività proposte mi hanno fatto riflettere su quanto sia delicato lo snodo concettuale "angolo vs. arco". Ma quando i ragazzi al superiore iniziano la Trigonometria, viene presentato loro il Radiante che, tra l'altro, permette di non distinguere più tra (ampiezza dell')angolo e (lunghezza dell')arco. Mi piacerebbe conoscere le vostre riflessioni, specie di chi insegna alla secondaria di primo grado”.

<sup>7</sup> Va infatti precisato che l'accesso ai materiali viene garantito sempre agli iscritti, anche una volta che il MOOC si conclude nelle sue tempistiche di erogazione.

Osserviamo che quando il corsista scrive “le attività [...] mi hanno fatto riflettere” notiamo un’evidente fase di strumentalizzazione: il corsista sta creando nuove connessioni tra la sua rete di conoscenza e quella dell’ecosistema. N.C. è un docente di scuola secondaria di secondo grado, lui è stato stimolato dalle attività viste nel Modulo 2 e sta costruendo connessioni pensando alle sue classi, infatti chiama in causa “i ragazzi al superiore”. Poi conclude invitando gli altri corsisti alla condivisione: “mi piacerebbe conoscere le vostre riflessioni”, quindi ad esternare cosa pensano al riguardo.

L’intervento successivo è di T.S. – 2 novembre 2015, ore 18:20 – “Insegno alla Secondaria di primo grado e ho sperimentato questa attività che mi pare aiuti a chiarire (quest’anno l’ho proposta all’inizio della classe terza). Ho fornito delle foto/disegni con bambini sull’altalena (dimensioni diverse). Ho fissato un angolo di oscillazione uguale per tutti e ho fatto rappresentare le oscillazioni con un arco. Avrebbero dovuto ipotizzare che, tenendo fisso l’angolo, se aumenti la lunghezza della corda dell’altalena (raggio) aumenta l’arco di oscillazione. Mi pare che tutti ora sappiano distinguere l’angolo dall’arco e abbiano capito le relazioni, ma se si esce da un contesto e da un’attività, alcuni fanno ancora fatica a verbalizzare definizioni e motivazioni convincenti. Ora proverò anche l’attività dell’orologio, in prima media.”

T.S. non si riaggancia a quello che aveva chiesto N.C. Ricordiamo che si tratta di comunicazioni a-sincrone: si articolano infatti in modalità ben diverse da quelle in presenza. Eppure T.S. condivide con l’ecosistema una sua prasseologia didattica. Si trova proprio nella fase della strumentalizzazione/condivisione: sebbene non si sia riagganciata al discorso del radiante, ha comunque creato una connessione tra difficoltà degli alunni verso il concetto di angolo e sua esperienza di insegnamento. Nello scrivere il suo commento mette in atto la pratica di condivisione.

Seguono altri interventi che rispondono a T.S. Per esempio F.D. – 2 novembre 2015, ore 18:44 – “mi piace questo tuo esempio...non hai il disegno da farci vedere?”. T.S. – 4 novembre 2015, ore 15:01 – “Vi allego l’immagine che ho usato quest’anno. Ma non importa che immagine si usa, l’importante è tener fisso l’angolo e cambiare la lunghezza delle corde, così non fanno confusione fra l’angolo (sempre uguale) e l’arco (che aumenta)”. La figura sottostante è il PDF che T.S. ha condiviso, in risposta alla corsista F.D., con tutto il MOOC-ecosistema.



N.C. deve aspettare fino al 5 novembre 2017 (ore 18:19), per ricevere un commento che risponde al suo. È quello di D.L.: “Ciao insegno in un liceo linguistico e anche io trovo che non hanno difficoltà a capire che l’angolo non dipende dall’arco. Quando introducono il radiante, dopo aver definito che cos’è, faccio disegnare a ciascuno una circonferenza nella quale devono individuare l’ampiezza di un radiante. A volte si ingegnano con nastri o fili per riportare sulla circonferenza la reale lunghezza del raggio. A questo punto faccio ritagliare le circonferenze, che saranno tutte o quasi di dimensioni diverse, e sovrapponendo capiscono che il radiante non dipende dal raggio e tanto meno dall’arco. Per quanto riguarda il grafico delle funzioni goniometriche [...] Ho realizzato un file di Geogebra che lascia la traccia del segmento proiezione mano a mano che P sulla circonferenza descrive l’angolo. Se a qualcuno interessa ve lo allego [...]”.

D.L., nel rispondere a N.C., percorre proprio le fasi del doppio processo di apprendimento: legge il commento del collega (strumentazione); lo reputa interessante e lo inserisce nella sua rete (auto-organizzazione); collega il vissuto del collega con il proprio e vi si ritrova (strumentalizzazione) e decide di condividere quella che è la sua prasseologia didattica con N.C. in particolare e più in generale col resto dell’ecosistema (condivisione).

Poco dopo D.L. risponde un altro corsista, E.G. – 7 novembre 2015, ore 16:16 – “Credo che il file di cui parli sia una cosa del genere... io lo trovo illuminante da far costruire agli allievi!”. E subito allega un file Geogebra. Non passa molto tempo prima che anche D.L. condivida il suo – 9 novembre 2015, ore 23:11 – “Vi allego il mio file per la creazione delle funzioni goniometriche  $\sin x$  e  $\cos x$  di cui vi parlavo [...]”.

È interessante come E.G., D.L. ed anche T.S. raccontino spontaneamente le loro pratiche didattiche e non abbiano remore nel condividere i propri materiali. È una pratica che sicuramente in contesti di formazione in presenza non avviene e ha molto sorpreso noi formatori poiché è avvenuta in maniera del tutto naturale. In questo modo assistiamo al fatto che quella che è una prasseologia didattica di un insegnante, diventa qualcosa che potenzialmente può entrare a far parte delle prasseologie meta-didattiche (e non didattiche)<sup>8</sup> di qualche altro insegnante.

Nel Tricider i corsisti si raccontano e chiedono anche consigli, condividendo la gestione delle pratiche di classe, nonché la loro esperienza.

F.G. “ho un po’ di timore nel gestire l’attività di costruzione all’aperto dell’orologio di tre metri. Come fare ad impegnarli tutti organizzandoli con ruoli ben precisi, sono 20. qualcuno mi può dare dei suggerimenti? [...]”

R.M. “Potresti dividerli in quattro gruppi e fare eseguire la costruzione di orologi con raggi diversi. Dovrebbe funzionare”

---

<sup>8</sup> Diciamo “meta” perché se entrasse proprio nella pratica didattica, significherebbe che il docente che legge deve inglobare e mettere davvero in pratica quanto ha letto. Non possiamo avere prova o certezza di questo, a meno che egli non lo dichiari esplicitamente in qualche bacheca di comunicazione. In generale, un qualsiasi corsista non è detto abbia l’opportunità o l’interesse di attuare immediatamente una pratica didattica propria di un altro corsista.

E.G. “Anche secondo me la divisione della classe in gruppi potrebbe essere la soluzione. Dalle esperienze degli anni passati le attività che impegnino i ragazzi “fuori dall’aula” e in contesti di apprendimento percettivo-motorio sono utilissime perché restano radicate per molto tempo negli allievi, e con loro anche i concetti che con tali attività si sono costruite”

I corsisti si scambiano dunque idee, si consigliano, mettono a disposizione la propria esperienza e condividono, in maniera del tutto spontanea (e per i formatori inaspettata), i propri materiali.

### 6.3. MOOC e comunità di insegnanti

Uno dei primi ricercatori che ha analizzato l’idea di comunità è Wenger (1998), che ha introdotto il costrutto teorico di *comunità di pratica* per indicare gruppi di individui che condividono un interesse o una passione per qualcosa che fanno e imparano a farlo meglio quando interagiscono tra loro con regolarità, attraverso delle pratiche condivise (Wenger, 1998). I membri di tali comunità vengono, infatti, coinvolti in attività comuni, attraverso l’uso di risorse familiari e la condivisione di quanto appreso. Wenger (1998) distingue tre diverse forme di partecipazione nell’ambito di una comunità di pratica:

- *Engagement*, ovvero fare cose assieme, produrre artefatti, confrontarsi;
- *Imagination*, ovvero costruire una immagine di se stessi e della propria comunità in modo da capire come riflettere sulle situazioni, esplorare le possibilità ed orientare le proprie azioni;
- *Alignment*, ovvero coordinare prospettive, interpretazioni ed azioni per poter realizzare obiettivi più elevati.

Un altro costrutto teorico attualmente molto diffuso è quello di *comunità di indagine* (Jaworski, 2006), introdotto, a partire da quello di comunità di pratica, per indicare le comunità di insegnanti coinvolti in programmi di formazione e progetti di ricerca. Jaworski (2006) ha messo in luce la problematicità del meccanismo di *alignment* mirato esclusivamente a preservare norme e aspettative di una comunità ed al perpetuarsi di pratiche condivise (Cusi & Robutti, 2017). Introduce perciò l’idea di *critical alignment*, come l’auspicabile processo attraverso il quale i membri di una comunità mettono in discussione norme e pratiche condivise, ponendosi domande ed analizzando tali pratiche in maniera critica con l’obiettivo di svilupparle e migliorarle. Il mettere in discussione non significa qui dare una connotazione negativa all’esperienza, bensì analizzarla criticamente, integrarla con altre idee, proposte di esperienze, resoconti di attività sperimentate, materiali personali usati con i propri allievi. La nostra esperienza di MOOC è particolarmente in sintonia con i due costrutti teorici presentati, di Wenger e di Jaworski, e presenta esempi di *critical alignment* particolarmente interessanti. Possiamo quindi parlare della comunità dei docenti MOOC come comunità non solo di pratica, ma anche più precisamente di indagine, in quanto la condivisione di pratiche tra i docenti in formazione gioca un ruolo determinante, sia per la partecipazione che per la produzione, ma anche e soprattutto per il fatto di appartenere a un gruppo di docenti in formazione che cercavano, insieme, di migliorarsi. Questa ricerca di miglioramento, attraverso pratiche di *critical alignment*, si è realizzata nelle attività in piattaforma, realizzata come “lavoro insieme” e “apprendimento insieme” (Robutti *et al.*, 2016). Infatti, non sono poche le testimonianze di corsisti che racconta-

no di come hanno sperimentato alcune delle attività del MOOC; oppure di come spontaneamente abbiano deciso di condividere con gli altri corsisti propri materiali, sia in risposta a problematiche esposte da altri, sia come mezzo per ricevere spunti di miglioramento su questi materiali della loro personale esperienza.

Degno di nota è anche il lavoro compiuto come attività finale di progettazione didattica e peer review, dalla maggior parte di essi inteso come un momento di crescita professionale, per ripensare opportunamente alle strategie e ai processi di apprendimento con i propri studenti.

Nel questionario finale, somministrato nell'ultima settimana di lavori (sia in MOOC Geometria che in MOOC Numeri), una domanda a risposta aperta chiedeva: "Come partecipante del MOOC, fino a che punto ti sentivi di essere parte di una comunità?". Di seguito alcuni dei commenti raccolti.

"Mi sento parte di una comunità che apprende e impara a qualsiasi ora del giorno e della notte. La cosa mi rendeva felice e mi faceva sorridere".

"Molto. Purtroppo, trovo più colleghi di matematica con un approccio all'insegnamento simile al mio nel MOOC che non fisicamente a scuola [...]".

"A causa del mio carattere, faccio fatica a relazionarmi con persone che non vedo o che non conosco. Però la vitalità di questa comunità mi ha coinvolto fin dal primo momento".

"Mi sono sentito molto partecipe con una comunità trasversale (a livello nazionale) e verticale (per i diversi ordini di scuola)".

## 7. Discussioni e conclusione

Nell'articolo si è analizzato come un programma di MOOC finalizzato al miglioramento professionale degli insegnanti di matematica può effettivamente mutare le loro prasseologie meta-didattiche (si ricordi la nota 6) generando la costituzione di una o più comunità di pratica tra i fruitori dei MOOC stessi. Tale complesso processo è stato descritto integrando e coordinando diversi modelli. Da un lato, la MOOC-MDT, ottenuta adattando il quadro della MDT, proprio dei programmi di aggiornamento *face-to-face*, alla situazione dinamica specifica dei MOOC. Dall'altro, i modelli del Connettivismo e dell'Approccio strumentale, opportunamente adeguati, hanno fornito un'ulteriore strumento di analisi che, integrato con gli altri, ha permesso di definire l'ecosistema in cui i vari processi sono generati dalle attività dei singoli e dall'integrazione di queste grazie al doppio processo di apprendimento (Taranto et al., 2017), reso possibile dall'ambiente MOOC.

Si è così costruito il modello del doppio processo di apprendimento, dall'ecosistema all'individuo e viceversa, che illustra efficacemente il composito quadro dinamico che distingue un MOOC da un corso tradizionale, e in cui si dà conto di come il corso inerte iniziale prende vita nell'ecosistema per il contributo, in massima parte imprevedibile, con cui i singoli interagiscono con l'ambiente MOOC.

La struttura dinamica così descritta permette di comprendere quale sia la principale differenza strutturale tra un MOOC e un corso tradizionale, al di là delle differenze fenomeniche

più evidenti. Il punto essenziale è la differenza in termini di operatività funzionale tra prodotti e processi. I materiali proposti nel MOOC sono infatti i PRODOTTI e costituiscono la sua parte inerte; la dinamica del doppio processo di apprendimento costituisce i PROCESSI, grazie ai quali si generano le pratiche di lavoro collaborativo e si strutturano le comunità di pratica (e talvolta di indagine) ad esse collegate.

La dinamica quindi si sviluppa da una comunità iniziale, piuttosto indistinta, cui si forniscono come input dei prodotti (progettati a priori dal team dei formatori); grazie all'ambiente tecnologico di interazione del MOOC, il materiale inerte di partenza, diventa produttivo e genera una o più comunità di pratica con nuove prasseologie. Il doppio processo di apprendimento che si genera può essere schematicamente riassunto in due passi fondamentali:

1. Il materiale inerte, cioè il MOOC-artefatto: la proposta educativa e metodologica di partenza (da parte del team dei formatori, che lavora secondo le proprie prasseologie professionali e l'analisi a priori della situazione di partenza che si crea);

2. La rete dell'ecosistema, cioè il MOOC-ecosistema/strumento: si sviluppa secondo le intrecciate dinamiche di strumentazione/auto-organizzazione e strumentalizzazione/condivisione, viste in Figura 1. La situazione di partenza offre una varietà di occasioni in cui:

- a) un insegnante, diciamo A, stimolato da una qualche componente della situazione di partenza, produce qualcosa: ad esempio, fa riflessioni sulle bacheche di comunicazione, condividendo proprie idee o eventuali sperimentazioni condotte in classe; eventualmente condivide anche propri materiali;

- b) un insegnante B trae beneficio dalle osservazioni/condivisioni di A, le integra nella sua rete e a sua volta interviene nel MOOC esponendo e condividendo le sue idee.

L'ecosistema arricchito dagli A influenza i B, che influenzano a loro volta l'ecosistema, e così via, in un processo che si autoalimenta. Grazie agli strumenti di comunicazione presenti nella piattaforma del MOOC (Tricider, Padlet, Forum) i fruitori del MOOC iniziano una serie di processi comunicativi tra pari (infatti il team dei formatori generalmente si astiene dall'intervenire), che si sviluppano secondo le modalità e le strumentazioni tipiche dei social network e producono un'aggregazione di gruppi di interesse che via via crescono e generano vere e proprie comunità di pratica e, talvolta, di indagine.

Il senso di questi processi, ancora da approfondire in sede di ricerca, può intanto essere chiarito ulteriormente da due osservazioni sulle dinamiche dei MOOC sopra descritte.

In primo luogo la partecipazione collaborativa, le prasseologie che cambiano, sono tutte pratiche che si evolvono sugli oggetti, ossia a partire dal materiale inerte che diventa ecosistema; il processo avviene in modo "caotico", nel senso che è imprevedibile e incontrollabile. Questa caratteristica distingue in modo particolare i MOOC dai corsi tradizionali, in cui tutto avviene in modo generalmente prevedibile e spesso previsto. Però è proprio questa caoticità che garantisce il coinvolgimento attivo e massiccio dei partecipanti (come descritto negli esempi) che intervengono spontaneamente in un dialogo tra pari, anche perché le modalità comunicative garantite dalla strumentazione del MOOC sono esattamente quelle dei social network, in cui si cancellano le inibizioni che invece per vari motivi limitano i processi comunicativi nei corsi tradizionali.

Una seconda osservazione riguarda i prodotti degli insegnanti (come quelli prodotti da A nell'esempio di cui sopra). Nel quadro della MDT essi sarebbero *oggetti di frontiera*<sup>9</sup> che la comunità responsabile del programma di aggiornamento propone ai corsisti. Nel caso dei prodotti del MOOC, la situazione è più complessa, proprio per il doppio processo di apprendimento.

Infatti, il prodotto dell'insegnante A del nostro esempio, che reagisce a quanto proposto dal MOOC è un oggetto di frontiera per così dire standard per A: A dà un significato all'interpretazione che ne dava il team del MOOC di quell'oggetto e lo usa in classe. Per B invece la situazione è diversa: l'esperienza di A non rientra generalmente nelle sue prasseologie; B può invece essere mosso da una certa tensione (Goos, 2013) a migliorare (per un qualsiasi motivo) e, prendendo spunto anche dall'esperienza di A (che è stata compiuta liberamente e non "imposta" dai formatori) ha una fonte d'apprendimento in più (quello che vede nel MOOC, quello che vede fare da un altro grazie al MOOC): spinto da questo innesca un processo di strumentalizzazione e fa suo quell'oggetto, facendo appello a schemi di utilizzo che lui reputa interessanti. Da un lato, si tratta di un oggetto di frontiera in quanto media una prasseologia tra A e B, ma dall'altro il processo in cui si inserisce questa mediazione è quello doppio, più volte richiamato, e in questo senso l'oggetto non media una conoscenza ma entra in una genesi di schemi di utilizzo prodotta in quel momento.

In conclusione, l'articolo illustra come le dinamiche proprie dei MOOC aprano uno scenario in cui i *programmi di miglioramento professionale* degli insegnanti (di matematica) assumono una connotazione diversa rispetto ai *corsi di aggiornamento* tradizionali. Essi si offrono quindi come un promettente terreno di indagine ai ricercatori in cui sembra necessario elaborare un quadro teorico nuovo rispetto a quelli tradizionali. Il nostro contributo, qui illustrato, va in questa direzione e auspicabilmente molte altre ricerche saranno necessarie per definirne uno completo.

## 8. Bibliografia

Anichini, G., Arzarello, F., Ciarrapico, L., et al. (Eds.) (2004). *Matematica 2003*. Lucca: Matteoni stampatore.

Arzarello, F., Robutti, O., & Carante, P. (2015). MERLO: a new tool and a new challenge in mathematics teaching and learning. In Beswick, K., Muir, T., & Wells, J. (Eds.). *Proceedings of the 39th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 2, pp. 57-64. Hobart, Australia: PME.

<sup>9</sup> La nozione di Oggetto di Frontiera (Boundary Object) è stata adattata dalla sociologia (Star & Griesemer, 1989) all'insegnamento della matematica da Rasmussen & Keene (2015), che definiscono gli OF in questo modo: "sono simboli matematici, tecnologie, documenti, software o altri elementi che consentono alle persone di collegare diverse comunità e di lavorare insieme" (p. 282). Nel nostro caso, le comunità coinvolte sono la comunità dei formatori del MOOC e la più ampia comunità dei fruitori del MOOC, a sua volta articolata in comunità come gli A e B dell'esempio.

- Arzarello, F., Robutti, O., Sabena, C., Cusi, A., Garuti, R., Malara, N., & Martignone, F. (2014). Meta-didactical transposition: A theoretical model for teacher education programmes. In N. Sinclair, A. Clark-Wilson, O. Robutti (Eds.). *The Mathematics Teacher in the Digital Era* (pp. 347-372). Springer Netherlands.
- Bussi, M. G. B., Boni, M. & Ferri, F. (1995), *Interazione sociale e conoscenza a scuola: la discussione matematica*. Centro Documentazione Educativa.
- Cusi, A. & Robutti, O. (2017). La collaborazione per rendere i docenti protagonisti della propria formazione: esempi dall'Italia e dal mondo. In L. Giacardi, M. Mosca, C. Sabena (a cura di). *Conferenze e Seminari dell'Associazione Subalpina Mathesis 2016-2017* (pp. 231-248). L'Artistica Editrice.
- Downes, S. (2012). *Connectivism and Connective Knowledge: essays on meaning and learning networks*. Stephen Downes Web.
- Goos, M. (2013). Sociocultural perspectives in research on and with mathematics teachers: a zone theory approach. *ZDM*, 45(4), 521-533.
- Jaworski, B. (2006). Theory and Practice in Mathematics Teaching Development: Critical Inquiry as a Mode of Learning in Teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9(2), 187-211.
- Ozturk, H. T. (2015). Examining value change in MOOCs in the scope of Connectivism and Open Educational Resources movement. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(5).
- Panero, M., Aldon, G., Trgalová, J. & Trouche, L. (2017). Analyzing MOOCs in terms of their potential for teacher collaboration: the French experiences. In Dooley, T. & Gueudet, G.. (Eds.). *Proceedings of the Tenth Congress of European Society for Research in Mathematics Education (CERME10, February 1 – 5, 2017)*. Dublin, Ireland: DCU Institute of Education and ERME.
- Rasmussen, C., & Keene, K. (2015). Software tools that do more with less. *Mathematics TODAY*, 51(6), 282-285.
- Robutti, O., Cusi, A., Clark-Wilson, A., Jaworski, B., Chapman, O., Esteley, C., & Joubert, M. (2016). ICME international survey on teachers working and learning through collaboration: June 2016. *ZDM*, 48(5), 651-690.
- Siemens G. (2004), *Connectivism: A learning theory for a digital age*, <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>
- Siemens, G., Irvine, V., & Code, J. (2013). Guest editors' preface to the special issue on MOOCs: an academic perspective on an emerging technological and social trend. *Journal of Online Learning and Teaching*, 9(2), iii.
- Star, S. L., & Griesemer, J. R. (1989). Institutional ecology, translations' and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Social studies of science*, 19(3), 387-420.
- Taranto, E., Arzarello, F., Robutti, O., Alberti, V., Labasin, S. & Gaido, S. (2017). Analyzing MOOCs in terms of their potential for teacher collaboration: the Italian experience. In Dooley, T. & Gueudet, G. (Eds.). *Proceedings of the Tenth Congress of European Society for Re-*

search in *Mathematics Education* (CERME10, February 1-5, 2017). Dublin, Ireland: DCU Institute of Education and ERME

Teixeira, A., Mota, J., Morgado, L., & Spilker, M. J. (2015). iMOOC: um modelo pedagógico institucional para cursos abertos massivos online (MOOCs). *Revista Educação, Formação & Tecnologias*, 4-12.

Verillon, P., & Rabardel, P. (1995). Cognition and artifacts: A contribution to the study of thought in relation to instrumented activity. *European journal of psychology of education*, 10(1), 77-101.

Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. New York: Cambridge University press.

Received October 10, 2017

Revision received November 11, 2017/December 18, 2017

Accepted January 8, 2018