

MOODLE COME PIATTAFORMA PER LA FORMAZIONE CONTINUA IN ANATOMIA-PATOLOGICA: L'ESPERIENZA 2016-2018 DELLA RETE ONCOLOGICA DEL PIEMONTE E DELLA VALLE D'AOSTA

Luca Bertero¹, Andrea Grua¹, Chiara Musuraca¹, Paola Cassoni¹, Oscar Bertetto², Sergio Rabellino³

¹ Dipartimento di Scienze Mediche, Università degli Studi di Torino, Torino
luca.bertero@unito.it, andrea.grua@unito.it, chiara.musuraca@edu.unito.it,
paola.cassoni@unito.it

² Dipartimento della Rete Oncologica del Piemonte e della Valle d'Aosta, Torino
obertetto@cittadellasalute.to.it

³ Dipartimento di Informatica, Università degli Studi di Torino, Torino
sergio.rabellino@unito.it

FULL PAPER

ARGOMENTO: Formazione continua in ambito sanitario – Digital pathology

Abstract

La formazione continua riveste un ruolo fondamentale in ambito sanitario. Per quanto riguarda in modo specifico l'Anatomia Patologica, le recenti innovazioni in termini di "digital pathology" stanno influenzando in modo significativo il *workflow* diagnostico. Uno dei cardini di questa trasformazione è rappresentato dalla digitalizzazione dei preparati diagnostici che permette, tra le altre cose, la loro valutazione/refertazione a distanza. Lo stesso approccio può quindi essere applicato nell'ambito della formazione continua, consentendo la creazione di corsi integrati sulla piattaforma Moodle che comprendano la valutazione di vetrini digitali. In questo contributo presentiamo il progetto di formazione continua in Anatomia Patologica svolto nel triennio 2016-2018 nell'ambito della Rete Oncologica del Piemonte e della Valle d'Aosta.

Keywords – Formazione Continua, Anatomia Patologica, Digital Pathology.

1 INTRODUZIONE

La formazione continua riveste un ruolo fondamentale nelle professioni di ambito sanitario: essa rappresenta uno strumento necessario non solo ai fini dell'aggiornamento delle conoscenze teoriche del professionista, ma possibilmente anche per il miglioramento costante dell'applicazione di tali conoscenze all'attività clinica quotidiana.

La formazione relativa a questo secondo punto rappresenta una criticità in molti ambiti della pratica medica: non è infatti semplice la creazione di piattaforme capaci di "simulare" il reale approccio clinico o chirurgico a un paziente. Al contrario, in alcuni settori specifici come la Radiologia o l'Anatomia Patologica, sviluppi relativamente recenti come la cosiddetta "digital pathology" possono contribuire a rendere la formazione a distanza realmente "pratica".[1]

Uno dei cardini della “digital pathology” è infatti la possibilità di acquisire digitalmente i preparati istologici/citologici/immunoistochimici che il patologo è chiamato a valutare nell’ambito della sua attività professionale; una volta acquisiti, tali vetrini digitali possono quindi essere sfruttati per molteplici fini (Tabella 1).[2] A dimostrazione della rapida evoluzione in questo campo, alcune istituzioni sono recentemente passate a un *workflow* interamente digitale senza ricadute negative in termini di correttezza/efficacia diagnostica.[3]

Tabella 1 – Principali applicazioni della “digital pathology”

Refertazione/consultazione a distanza (telepatologia)
Annotazione digitale dei preparati (ad esempio selezione di aree significative)
Analisi automatizzata dei preparati (computational pathology)
Archiviazione dei preparati nel dossier sanitario del paziente

Considerate quindi le principali finalità della formazione continua in Anatomia Patologica come l’aggiornamento agli standard diagnostici più recenti, l’incremento della concordanza diagnostica tra diversi patologi/diverse istituzioni, la capacità di riconoscere e saper interpretare correttamente casi rari o con caratteristiche peculiari, appare evidente come la valutazione effettiva di preparati istologici/citologici appositamente selezionati possa essere una delle strategie più efficaci nel simulare la reale pratica professionale. L’integrazione, quindi, di un approccio di “digital pathology” nell’ambito di una piattaforma specifica per l’e-learning come Moodle può rappresentare uno strumento ideale per la formazione continua in questo contesto.

2 FINALITÀ E ORGANIZZAZIONE GENERALE DEL PROGETTO

La Rete Oncologica del Piemonte e della Valle d’Aosta è una istituzione finalizzata al miglioramento dei percorsi di cura e assistenza dei pazienti oncologici del territorio di competenza. All’interno della Rete, svolgono la loro attività diversi gruppi di studio suddivisi per patologia e comprendenti i diversi professionisti coinvolti nel percorso assistenziale (oncologi, radiologi, radioterapisti, patologi, ...). Per quanto riguarda in particolare i patologi, sono previsti incontri a cadenza regolare per la discussione di casi complessi e per la condivisione degli approcci diagnostici.

Nell’ambito di tale attività abbiamo voluto quindi disegnare un progetto di formazione continua rivolto in modo specifico ai patologi della Rete. Tale progetto è stato costruito su un approccio ibrido a distanza/*on site* (Figura 1). La componente a distanza, che verrà discussa dettagliatamente nel presente contributo, consiste nella valutazione a distanza di casi diagnostici opportunamente selezionati dai patologi referenti/formatori, mentre la formazione *on site* consiste in uno o più incontri finalizzati alla discussione dei risultati della precedente componente e all’approfondimento delle criticità emerse.

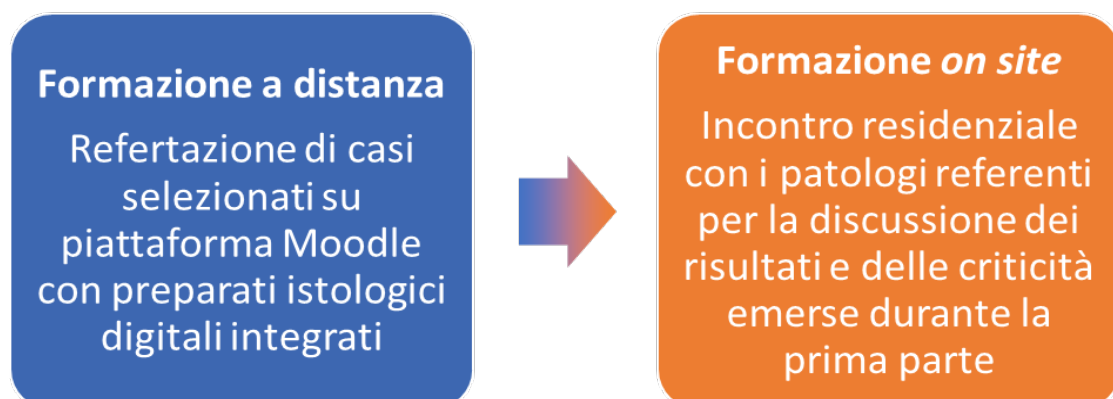


Figura 1 – Organizzazione del progetto

Il progetto è incentrato su patologie neoplastiche ad elevata incidenza nell'ambito della Rete, mentre i principali obiettivi sono stati i seguenti:

- 1) il training del singolo professionista su casi selezionati per la loro valenza didattica;
- 2) la possibilità per i patologi referenti di individuare aspetti critici (per esempio, patologie con scarsa concordanza diagnostica), così da poter adottare specifiche strategie formative.

3 METODOLOGIA

Grazie al supporto della Rete Oncologica del Piemonte e della Valle d'Aosta e alla collaborazione tra i Dipartimenti di Informatica e di Scienze Mediche dell'Università di Torino è stata creata la piattaforma dedicata alle attività formative in Anatomia Patologica denominata IstOL – Istologia On Line (<http://istol.i-learn.unito.it/>) (Figura 2).

The screenshot shows the homepage of the IstOL - Istologia On Line platform. At the top, there is a header with the site name and a login form with fields for Username and Password. Below the header is a navigation bar with links to Moodle community, UniTO, HelpDesk, and Italiano (it). The main content area is divided into several sections: a 'Menu principale' section with 'Site news', a 'Navigazione' section with 'Home', 'Site news', and 'Corsi', and a 'Home Rete Oncologica' section with the title 'La Rete in Rete' and the subtitle 'Digital networking nella Rete: nuovo approccio all'assicurazione della qualità nella diagnostica istologica dei tumori nella Rete Oncologica Piemonte / Valle d'Aosta'. A calendar for October 2018 is visible on the right, and a 'Login' button is at the bottom right.

Figura 2 – Homepage della piattaforma IstOL – Istologia On Line

Negli anni 2016-2018 sono stati attivati multipli moduli formativi relativi alla patologia neoplastica di diversi distretti anatomici. Come accennato, la selezione degli specifici argomenti è avvenuta sulla base della rilevanza epidemiologica/clinica, dei suggerimenti dei professionisti della Rete e della presenza di innovazioni diagnostiche recenti, tali da rendere desiderabile uno specifico re-training.

3.1 Reclutamento dei partecipanti

Il reclutamento dei partecipanti è avvenuto attraverso invito dei patologi membri della Rete Oncologica in occasione delle regolari riunioni dei gruppi di studio e/o via email. Ai professionisti che hanno deciso di aderire all'iniziativa è stato quindi creato un profilo specifico su Moodle.

3.2 Caratteristiche dei moduli formativi

I moduli formativi sono stati realizzati all'interno della istanza Moodle resa disponibile sulla piattaforma I-Learn [4] gestita dal Servizio ICT del Dipartimento di Informatica. Oltre alle

normali esigenze di progetto, per la gran parte soddisfatte da Moodle stesso tramite le funzionalità base o tramite l'integrazione con i plugin resi disponibili dalla community o sviluppati dal Servizio ICT stesso, è risultato da subito elemento distintivo, la necessità di poter fornire uno strumento in grado di poter memorizzare, manipolare e visualizzare i vetrini, elemento centrale della fase diagnostica.

I vetrini hanno la caratteristica di essere immagini ad alta risoluzione e di dimensioni ragguardevoli, impossibili pertanto da trattare con i normali strumenti posti a disposizione da Moodle. Sulla base della esperienza pregressa, è stata decisa l'integrazione con il server OMERO (University of Dundee & The Open Microscopy Environment, Dundee, United Kingdom).[5]

OMERO consente di creare collezioni di vetrini che possono essere caricati in modo efficace e sicuro tramite un software client appositamente pensato per gestire upload di dati di grandi dimensioni; successivamente è possibile integrare i vetrini digitalizzati in Moodle semplicemente tramite link web, opzione resa possibile nel contesto di questo progetto dalla anonimizzazione completa dei casi.

Il server OMERO è stato installato su un server appositamente destinato e in grado di garantire la necessaria capienza in termini di spazio di storage e attualmente sono immagazzinati circa 400GB di immagini utili alla operatività dei percorsi didattici e delle altre attività del Dipartimento di Scienze Mediche.

Oltre a garantire la gestione delle immagini ad alta risoluzione, il server OMERO fornisce anche un visualizzatore integrato in grado di ottimizzare i tempi di visualizzazione sui client delle immagini ad alta risoluzione, scaricando volta per volta solo i tasselli utili alla visualizzazione utente, secondo il grado di ingrandimento (zoom) scelto; questo meccanismo è indispensabile per consentire all'utente finale la corretta interazione con l'immagine diagnostica in termini di navigazione al suo interno e apprezzare così gli elementi utili alla comprensione del caso (Figura 4).

Durante questi 3 anni di formazione, Moodle è passato dalla versione 2.7 alla versione 3.1 ed è pianificato nel futuro prossimo l'aggiornamento alla versione 3.5, mantenendo la continuità del servizio e preferendo sempre e solo le versioni denominate LTS (Long Term Support).

Anche il server OMERO è stato oggetto di diversi aggiornamenti, anche complessi, al fine di risolvere alcune problematiche sorte durante il suo utilizzo ed attualmente è installata la versione 5.4.3.

Per la realizzazione del percorso didattico, le risorse/attività maggiormente utilizzate risultano essere le Lezioni, il plugin Questionnaire (scelta iniziale di progetto poi confluita nelle Lezioni), i forum e i compiti, il tutto integrato dalle immagini digitali ad alta risoluzione.

Dopo aver effettuato l'accesso con le credenziali fornite nel contesto del progetto, i partecipanti hanno a disposizione tra i corsi personali quelli contenenti i moduli formativi. Per ogni corso sono stati caricati con frequenza tendenzialmente mensile i casi selezionati dai patologi referenti, dando tempo fino al mese successivo per la valutazione dei preparati istologici e l'inserimento dell'ipotesi diagnostica in testo libero o mediante risposta a scelta multipla (con la possibilità di inserire un commento libero).

Il patologo referente/formatore ha quindi potuto, al termine della finestra di compilazione, prendere visione della partecipazione all'attività e delle risposte formulate. Sulla base di tali informazioni sono stati quindi organizzati gli incontri *on site*.

3.3 Struttura dei casi

Ogni caso era costituito dalle eventuali notizie cliniche rilevanti (Figura 3) e dai relativi vetrini digitali caricati su OMERO (Figura 4). La possibilità di visualizzare i preparati diagnostici in questo formato, ha consentito di rendere il processo sovrapponibile alla diagnostica routinaria, cosa altrimenti non possibile se non in modo estremamente inefficiente (attraverso cioè l'invio di vetrini "fisici" ad ogni partecipante).

PRIMA ENDOSCOPIA

DATA DI ESECUZIONE

Febbraio 2013

NOTIZIE CLINICHE

Uomo di 56 anni

Quesito: RCU controllo (soggettivamente in remissione). Non disponibile documentazione relativa alla prima diagnosi ed alla estensione iniziale della malattia.

ENDOSCOPIA 1

L'inserzione dello strumento avviene sino al cieco ed attraverso la giunzione ileo- cecale nell'ileo terminale per circa 10 cm. Quest'ultimo appare regolare indenne da lesioni.

Le pareti del colon sono elastiche, ben distensibili, la mucosa rosea, liscia, lucente, il reticolo vascolare ben visibile, i residui fecali non contaminati da sangue.

Al traverso medio (verosimilmente) a circa 75 cm dal ma.a in retrazione si rileva proliferazione poco rilevata a larga base (LST granulare misto) di almeno 3 cm non perfettamente sollevabile nella sua porzione centrale. Eseguite biopsie nella porzione centrale su gettoni modestamente fraibilli. Eseguito tatuaggio con china sterile della sede.

A livello del sigma a circa 30 cm dal m.a.a per circa 10 cm la mucosa e' iperemica edematosa con fini erosioni e scarso reticolo. Eseguite biopsie (anche su mucosa endoscopicamente regolare a valle).

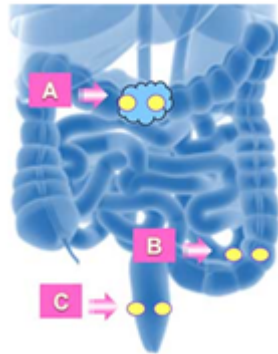


Figura 3 – Esempio delle informazioni cliniche fornite per l'inquadramento del caso

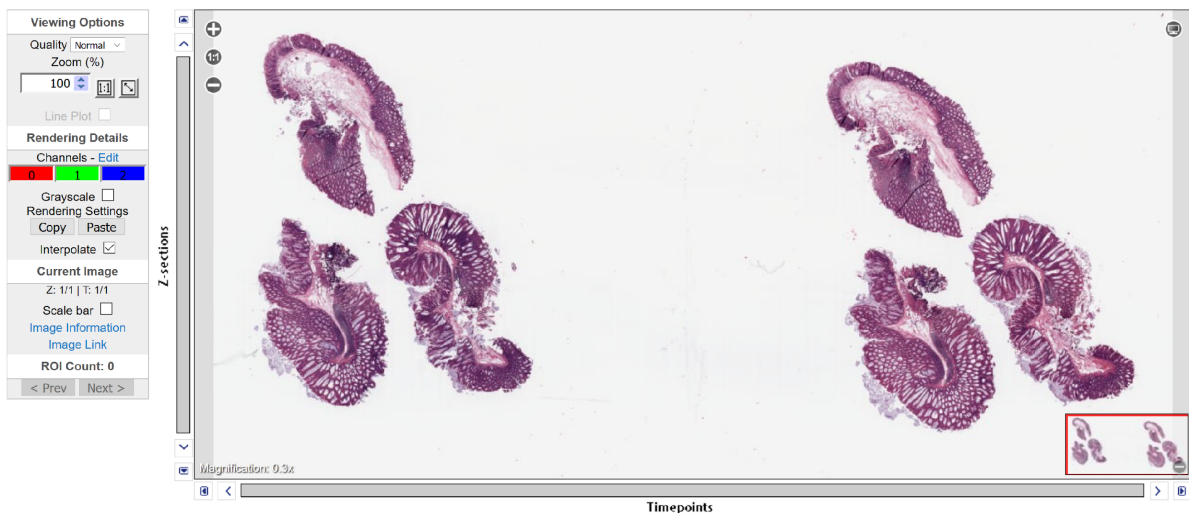


Figura 4 – Interfaccia di navigazione del vetrino digitale

I casi potevano prevedere due formati generali:

- 1) un singolo vetrino digitale con un elenco di quesiti a scelta multipla o a risposta aperta (Figura 5);
- 2) una serie di vetrini con relativi quesiti visualizzabili, però, solo in modo consequenziale dopo aver preso visione dei vetrini precedenti e risposto alle corrispondenti domande (Figura 6).

Anche questi formati sono stati elaborati sulla base del routinario *workflow* diagnostico messo in atto dal patologo. Infatti, per alcune tipologie di casi sono sufficienti le valutazioni morfologiche effettuate sulla “classica” sezione colorata con ematossilina-eosina senza necessità di ulteriori approfondimenti. In altre situazioni, invece, possono essere necessari una serie di approfondimenti (ad esempio, specifiche colorazioni immunoistochimiche o indagini molecolari) che vengono progressivamente interpretati per giungere ad una diagnosi conclusiva.

The screenshot displays a digital interface for a case study. At the top, there are navigation tabs: 'Impostazioni avanzate', 'Domande', 'Anteprima' (selected), 'Visualizza tutte le risposte', and 'Mostra gli utenti che non hanno risposto'. Below the tabs, the title 'Anteprima' is shown, along with a 'Stampa il modello vuoto' link. The case is identified as 'Caso n.1'. The main content area is divided into four numbered sections, each with a title and a list of options:

- 1 • TIPO DI LESIONE:**
 - ADENOMA TUBULARE
 - ADENOMA TUBULOVILLOSO
 - ADENOMA VILLOSO
 - ADENOMA SERRATO SESSILE SENZA DISPLASIA
 - ADENOMA SERRATO SESSILE CON DISPLASIA
 - ADENOMA SERRATO TRADIZIONALE
 - ADENOMA CANCERIZZATO (solo se scegli questa risposta completa la domanda successiva)
 - ADENOMA TUBULOVILLOSO SERRATO
 - POLIPO IPERPLASTICO
 - ALTRO
- 2 • SOLO SE HAI SCELTO ADENOMA CANCERIZZATO RISPONDI A QUESTA DOMANDA:**
 - Profondità di invasione della sottomucosa <1mm
 - Profondità di invasione della sottomucosa >1mm
 - Ampiezza di invasione <4mm
 - Ampiezza di invasione >4mm
 - Budding tumorale basso grado
 - Budding tumorale alto grado
 - Invasione vascolare assente
 - Invasione vascolare presente
 - G1
 - G2
 - G3
- 3 • STATO DEL MARGINE:**
 - Indenne
 - Interessato
 - Non valutabile
- 4 • GRADO DI DISPLASIA:**
 - Basso grado
 - Alto grado

At the bottom of the form, there are two buttons: 'Invia l'anteprima' (highlighted in green) and 'Reset'.

Figura 5 – Esempio di caso costituito da un singolo vetrino digitale con le relative domande a scelta multipla

Caso n.3

Anteprima	Modifica	Risultati	Valuta i testi liberi
Formato compatto		Formato esteso	
Titolo della pagina	Tipo di pagina	Salti	Azioni
Prima parte	Contenuto	Domanda 1	Aggiungi nuova pagina...
Domanda 1	Scelta multipla	Domanda 2 Domanda 2 Domanda 2 Domanda 2	Aggiungi nuova pagina...
Domanda 2	Scelta multipla	Pagina successiva Pagina successiva Pagina successiva Pagina successiva	Aggiungi nuova pagina...
Parte seconda	Contenuto	Pagina successiva	Aggiungi nuova pagina...
Domanda 3	Scelta multipla	Pagina successiva Pagina successiva Pagina successiva Pagina successiva	Aggiungi nuova pagina...

Figura 6 – Esempio di caso costituito da una serie di vetrini digitali e dalle relative domande a scelta multipla

4 RISULTATI E DISCUSSIONE

I moduli formativi attivati nel corso del progetto sono riportati in Tabella 2. Tre corsi (patologia neoplastica del colon, della mammella ed ematopatologia) sono stati organizzati ogni anno, selezionando nuovi set di casi. Questa scelta è stata fatta sia in considerazione dell'importanza che questi argomenti rivestono nell'attività diagnostica di routine (sono infatti patologie ad elevata incidenza), sia in considerazione dell'interesse espresso dai partecipanti. Negli ultimi due anni (2017 e 2018) si è anche voluto attivare due moduli relativi ad argomenti più specifici nell'ambito della patologia gastroenterologica; tali argomenti sono stati scelti in considerazione delle loro specifiche difficoltà diagnostiche e del feedback ricevuto.

Questo approccio combinato è apparso ottimale per le finalità del progetto: da un lato i corsi più generali possono essere ripetuti annualmente per il re-training costante dei professionisti della Rete, dall'altro argomenti specifici diversi possono essere selezionati ed affrontati di anno in anno sulla base di criticità emerse nei corsi precedenti, del *feedback* ricevuto, di innovazioni significative nei criteri diagnostici,...

Sempre nella Tabella 2, sono riportati i partecipanti ed il numero di casi trattati per modulo formativo. Il numero complessivo di casi proposti nei corsi ad oggi conclusi (quindi anni 2016-2017) è stato 147.

Tabella 2 – Moduli formativi attivati

Modulo formativo	Partecipanti	Numero di casi
2016 – Hot topics nel carcinoma del colon	21	19
2016 – Hot topics nel carcinoma della mammella	22	17
2016 – Hot topics in ematopatologia	9	40

2017 – Hot topics nel carcinoma del colon	18	17
2017 – Hot topics nel carcinoma della mammella	21	16
2017 – Hot topics in ematopatologia	8	32
2017 – Lesioni preneoplastiche nella malattia infiammatoria intestinale	13	6
2018 (in corso): Hot topics nel carcinoma del colon, Hot topics nel carcinoma della mammella, Hot topics in ematopatologia e Endoscopia e istologia nella diagnostica in patologia gastroenterologica preneoplastica		

Un primo importante risultato è stato il coinvolgimento del maggior numero possibile di professionisti potenzialmente interessati e possibilmente in modo diffuso nel territorio di competenza della Rete. Questo secondo aspetto riveste grande importanza per ridurre le discordanze diagnostiche eventualmente presenti tra i diversi centri. Queste differenze non vanno intese nel senso di errori diagnostici, quanto nell'impostazione generale del referto, del set di parametri valutati, della terminologia impiegata e così via. Anche se questi aspetti possono apparire secondari, essi rivestono grande importanza nel facilitare lo scambio di informazioni attraverso un "linguaggio comune", evitando così incomprensioni con la controparte clinica.

Nella Tabella 3 sono riportati il numero di partecipanti e il numero di presidi ospedalieri coinvolti nei corsi 2016 e 2017 relativi alla patologia neoplastica del colon e della mammella. Tali corsi sono i più rappresentativi per quanto riguarda la possibilità di valutare il coinvolgimento regionale, in quanto la diagnostica di queste due patologie è presente in qualsiasi struttura di Anatomia Patologica del territorio. Come è possibile notare, si è avuta la partecipazione di un numero significativo di unità di Anatomia Patologiche appartenenti a presidi ospedalieri differenti.

Tabella 3 – Partecipazione a livello regionale nei corsi relativi alla patologia neoplastica del colon e della mammella (anni 2016 e 2017)

Modulo formativo	Patologi partecipanti	Presidi ospedalieri coinvolti
2016 – Hot topics nel carcinoma del colon	21	17

2016 – Hot topics nel carcinoma della mammella	22	18
2017 – Hot topics nel carcinoma del colon	18	14
2017 – Hot topics nel carcinoma della mammella	21	18

Un altro aspetto che abbiamo voluto valutare sono state le variazioni nella partecipazione ai moduli formativi nel corso del tempo. Questo dato può risultare interessante anche in quanto misura indiretta della fruibilità e dell'utilità percepita dei corsi. Abbiamo quindi diviso i corsi in tre periodi omogenei verificando i livelli di partecipazione in ognuno di essi (una partecipazione del 100% equivarrebbe al completamento da parte di tutti i partecipanti, di tutti i casi assegnati in quel determinato periodo di tempo).

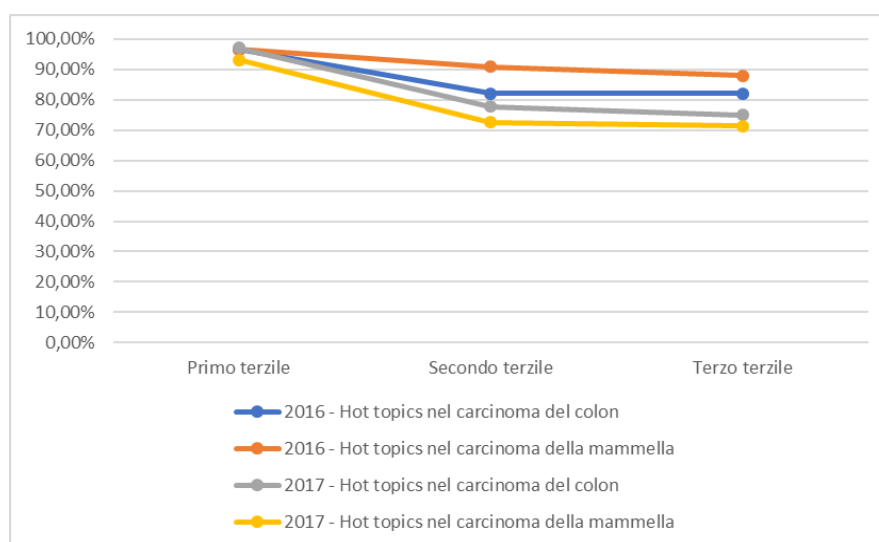


Figura 7 – Livelli di partecipazione degli iscritti nei diversi terzili

Nel complesso i risultati, riportati in Figura 5, appaiono positivi: più del 70% della formazione è stata portata a termine in tutti i terzili di tutti i corsi.

I dati, tuttavia, mostrano una riduzione della partecipazione al confronto tra il primo ed il secondo terzile, con una partecipazione invece sostanzialmente stabile tra gli ultimi due. Un ulteriore aspetto interessante è la maggiore riduzione verificatasi nei corsi del 2017 rispetto al 2016. Riguardo il primo fenomeno, una riduzione della partecipazione nel corso del tempo è probabilmente ineludibile e dovuta, per esempio, all'insorgere di impegni intercorrenti; tuttavia, per porre rimedio alla quota dovuta alla semplice dimenticanza, si potrebbe prevedere l'invio di opportuni *reminder* in corrispondenza della pubblicazione dei nuovi casi e all'approssimarsi della chiusura delle relative finestre di valutazione.

In linea generale, non sono state riscontrate particolari problematiche di natura tecnica nell'utilizzo della piattaforma, ma per valutare questo aspetto, così come per comprendere le reali ragioni di quanto riportato precedentemente riguardo ai tassi di partecipazione, sarebbe desiderabile ottenere direttamente l'opinione dei partecipanti attraverso un

questionario appositamente predisposto. A tal fine, è attualmente in corso la valutazione di tale *feedback* in modo retrospettivo, mentre per le successive edizioni dei corsi è già stato previsto l'inserimento prospettico di uno specifico questionario. Invece, riguardo la valutazione dell'efficacia didattica, nelle prossime edizioni dei corsi è prevista la ri-somministrazione in "cieco" di casi selezionati degli anni precedenti per valutare in modo specifico tale aspetto. I dati disponibili al momento mostrano un miglioramento dei tassi di risposte corrette, ma devono essere interpretati con cautela essendo basati sulla rivalutazione di un singolo caso.

5 CONCLUSIONI

L'utilizzo della piattaforma Moodle, integrata dalle possibilità offerte dalla "digital pathology", appare particolarmente adatta ai fini della formazione continua in Anatomia Patologica. Nell'ambito della Rete Oncologica del Piemonte e della Valle d'Aosta, il suo utilizzo ha consentito la rapida creazione di un progetto formativo pluriennale (2016-2018) rivolto ai patologi della Rete. Diversi moduli, specifici per patologia, sono stati creati conseguendo un'elevata partecipazione nell'ambito della Rete e dei professionisti coinvolti. È attualmente in corso la raccolta del *feedback* dei partecipanti attraverso un questionario specifico; tali informazioni verranno utilizzate per ottimizzare le future edizioni del corso.

Riferimenti bibliografici

1. Foster K. Medical education in the digital age: Digital whole slide imaging as an e-learning tool. *J Pathol Inform* 2010; 1.
2. Griffin J, Treanor D. Digital pathology in clinical use: where are we now and what is holding us back? *Histopathology* 2017; 70: 134-145.
3. Mukhopadhyay S, Feldman MD, Abels E et al. Whole Slide Imaging Versus Microscopy for Primary Diagnosis in Surgical Pathology: A Multicenter Blinded Randomized Noninferiority Study of 1992 Cases (Pivotal Study). *Am J Surg Pathol* 2018; 42: 39-52.
5. Baldoni M, Cordero A, Giraudo M, Grandi C, Rabellino S. HAP-Moodle: una soluzione open-source per l'High-Availability e la performance applicata a Moodle. *E-learning con Moodle in Italia: una sfida tra passato, presente e futuro*, Seneca Edizioni: 213-226.
4. Burel JM, Besson S, Blackburn C et al. Publishing and sharing multi-dimensional image data with OMERO. *Mamm Genome* 2015; 26: 441-447.