



## Giornata di disseminazione delle tecnologie applicate ai beni culturali nell'ambito di un progetto Erasmus+.<sup>†</sup>

Guido Righini,<sup>a</sup> Giulia Belinzaghi Locatelli Cambiaghi,<sup>a</sup> Loredana Caccavale,<sup>a</sup> Marcello Colapietro,<sup>a</sup> Barbara De Cristofaro,<sup>a</sup> Maurizio Di Claudio,<sup>b</sup> Gabriele Favaretto,<sup>a</sup> Roberto Gabrielli,<sup>c</sup> Pasquale Galatà,<sup>c</sup> Ombretta Tarquini,<sup>a</sup> Francesca Vergari,<sup>a</sup> and Augusto Pifferi.<sup>\*a</sup>

Erasmus+ è il nuovo programma di mobilità dell'Unione Europea per l'Istruzione, la Formazione, la Gioventù e lo Sport ( per il periodo 2014-2020) che ha sostituito, raggruppandoli sotto un unico nome, tutti i programmi di mobilità dell'UE. Erasmus+ mira quindi ad accrescere la qualità e la pertinenza delle qualifiche e delle competenze.

Il Liceo Classico "Gaio Valerio Catullo" di Monterotondo (RM) ha partecipato al progetto denominato: "Partners in high-tech. European Synergy for a sustainable progress" finanziato con i fondi Erasmus+. Al progetto partecipano cinque istituzioni scolastiche europee; il capofila del progetto è IES Santa Catalina de Alejandría, Jaen (ES).

Tra le diverse attività formative previste dal progetto, una prevedeva la visita degli studenti all'Istituto di Cristallografia del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR - IC), sede secondaria di Montelibretti. Nell'articolo saranno descritte le attività svolte dagli studenti nella giornata di visita ai laboratori.

**Keywords:** Erasmus+, Divulgazione, Formazione



### 1 Introduzione

Erasmus+ è il nuovo programma di mobilità dell'Unione Europea per l'Istruzione, la Formazione, la Gioventù e lo Sport (per il periodo 2014-2020) che ha sostituito, raggruppandoli sotto un unico nome, tutti i programmi di mobilità dell'Unione Europea. Erasmus+ mira quindi ad accrescere la qualità e la pertinenza delle qualifiche e delle competenze favorendo la mobilità dei cittadini europei.

Il Liceo Statale "Gaio Valerio Catullo"<sup>1</sup> (Classico, Linguistico e delle Scienze Umane) di Monterotondo (RM) ha partecipato al progetto di partenariato Erasmus+ denominato "Partners in high-tech. European Synergy for a sustainable progress" finanziato con i fondi europei. Il partenariato strategico coinvolto nel progetto è composto da cinque istituzioni appartenenti ad altrettanti stati europei:

- IES Santa Catalina de Alejandría, Jaen (ES) (Capofila),
- 2College Durendael, Oisterwijk (NL),
- The Whitby High School, Ellesmere Port (UK),
- ABC Koleji, Ankara (TR),

- Liceo Statale Gaio Valerio Catullo, Monterotondo (IT).

L'istituzione scolastica spagnola è la coordinatrice del progetto.

Gli obiettivi generali del progetto sono:

- A) Promuovere l'inclusione dell'Alta Tecnologia nei curricula e sviluppare le competenze in Matematica, Scienze e Tecnologia;
- B) Comprendere i benefici di una comunità UE per lo sviluppo di prodotti di alta tecnologia;
- C) Comprendere che l'innovazione tecnologica deve essere sostenibile (Strategy Europe2020);
- D) Sviluppare il senso di iniziativa ed imprenditorialità.

Gli obiettivi specifici del progetto sono:

1. Comprendere il ruolo della robotica nell'industria sostenibile;
2. Sperimentare prodotti di alta tecnologia;
3. Fare un'esperienza nel campo della ricerca di base, ed in particolare nella Fisica delle Particelle, comprendere il rapporto tra la ricerca di base e lo sviluppo tecnologico;
4. Ricercare le fonti di energia sostenibile e fare esperienza di prima mano negli impianti ad energia eolica e delle maree;
5. Partecipare alla ricerca biologica come l'analisi delle proteine vegetali o del DNA umano;
6. Usare le nuove innovazioni tecnologiche per compiere ricerche ed investigazioni sui monumenti storici e acquisire una più profonda comprensione del loro valore;
7. Meditare sull'importanza dell'alta tecnologia nel campo medico.

<sup>a</sup> CNR-Istituto di Cristallografia, via Salaria km 29.300, 00015 Monterotondo, Italia.

<sup>b</sup> CNR-Istituto per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati, via Salaria km 29.300, 00015 Monterotondo, Italia.

<sup>c</sup> CNR-Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali, via Salaria km 29.300, 00015 Monterotondo, Italia.

Creative Commons Attribution - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale

<sup>†</sup> Rapporto tecnico IC-RM 2018/13 protocollato in data 11/12/2018 n. 0001806



**Fig. 1** Mappa dell'Europa con l'ubicazione delle cinque istituzioni scolastiche partecipanti al progetto Erasmus+ "Partners in high-tech. European Synergy for a sustainable progress"

Il progetto Erasmus+ prevede che gli studenti delle cinque istituzioni scolastiche durante il loro soggiorno all'estero svolgano anche attività didattiche sulle nuove tecnologie. Per il soggiorno in Italia presso la sede del Liceo Statale "G.V. Catullo" di Monterotondo, è stata prevista una visita presso i laboratori dell'Istituto di Cristallografia (sede secondaria di Montelibretti, CNR - Area della Ricerca di Roma1).

## 2 La giornata di visita ai laboratori

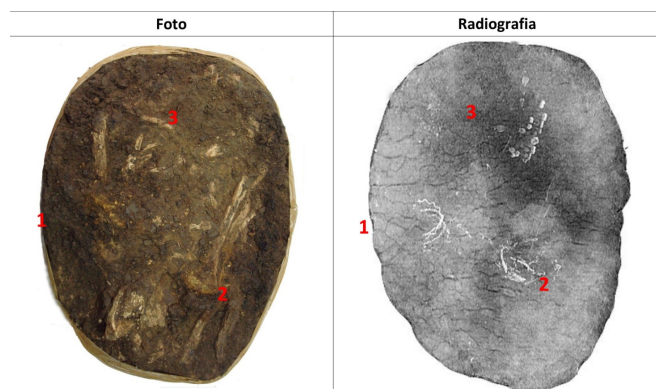
Il 14 marzo 2018 gli studenti delle 5 scuole europee sono stati accolti presso l'Area della Ricerca di Roma 1 (CNR) di Montelibretti.

Il programma dell'evento era focalizzato sulle moderne tecnologie finalizzate alla conoscenza, al recupero e alla valorizzazione dei Beni Culturali. La giornata è stata divisa in due sessioni precedute da una presentazione generale presso la sala conferenze. Nella prima sessione si sono tenuti due seminari sulle tecnologie applicate allo studio di manufatti e/o di edifici di interesse culturale. Al termine della sessione si è tenuta una breve relazione sul lavoro svolto dagli studenti del Liceo Statale Catullo (con la collaborazione del CNR-IC) per l'allestimento di una piccola mostra divulgativa, in lingua inglese, denominata "Il Lato Rosa della Scienza". Nella seconda sessione si sono svolte delle esercitazioni pratiche presso i laboratori degli Istituti di Cristallografia (CNR-IC <http://www.ic.cnr.it/>) e dell'Istituto Tecnologie Applicate ai Beni Culturali del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ITABC <http://www.itabc.cnr.it/>).

### 2.1 Indagini scientifiche di laboratorio applicate ai Beni Culturali

Il Prof. Marcello Colapietro e la Dott.ssa Ombretta Tarquini hanno tenuto un seminario sulle metodologie basate sui raggi X per la diagnostica dei manufatti archeologici e artistici. Ai ragazzi è stata data una visione generale di questa attività. Sono stati illustrati, in modo semplice, i principi fisici su cui si basano le seguenti metodologie: la fluorescenza dei raggi X, la radiografia e la diffrazione da polveri di raggi X. Contestualmente è stata descritta la strumentazione e sono stati illustrati una serie di casi di studio affrontati presso il Laboratorio di Archeometria dell'Istituto di Cristallografia (ICLA <http://www.icla.cnr.it/>).

I ragazzi hanno mostrato molto interesse ai casi di studio per-



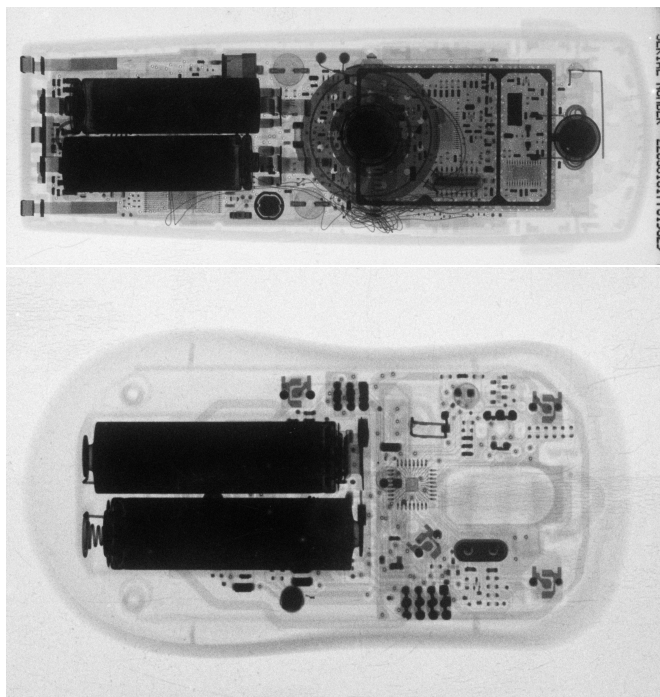
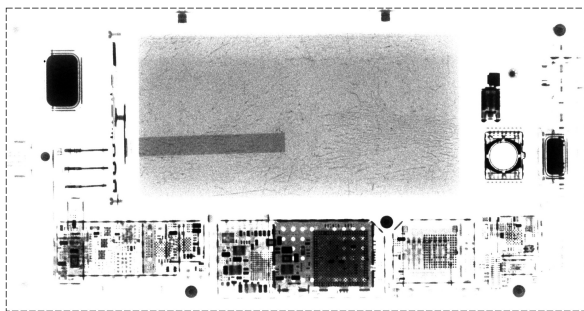
**Fig. 2** Pane di terra contenente resti umani. Scavi 2009-2010 di Crustumerium diretti dal dott. Di Gennaro (Soprintendenza Speciale dei Beni Archeologici di Roma). 1 Posizione dell'Armillia sul braccio destro; 2 Posizione dell'Armillia sul braccio sinistro; 3 Posizione dei denti. Radiografia estratta dalla CT.

ché questi hanno permesso loro di comprendere come i risultati delle analisi di fluorescenza e di diffrazione possono dare utili informazioni sulla composizione chimica dei materiali, mentre la radiografia permette di visualizzare la struttura nascosta dei manufatti. Un altro importante aspetto che è stato sottolineato è lo scambio di informazioni e competenze tra le diverse figure professionali che operano nell'ambito dei Beni Culturali. Ad esempio, i risultati delle indagini devono essere interpretati e presentati in modo opportuno affinché possano essere utilizzati al meglio dai restauratori per progettare il miglior intervento conservativo o di restauro oppure dagli archeologi per migliorare la comprensione storica e la reale provenienza dei reperti.

Un esempio significativo dell'applicazione di queste metodologie è stato il lavoro eseguito su un pane di terra proveniente dalla necropoli di Crustumerium (nord-est di Roma) contenente i resti di una bimba di circa 8 anni e risalente al VII sec. a. C. (l'età della bimba è stata valutata dall'antropologo studiando le dimensioni dei femori e del bacino). I resti del corpo e del corredo funerario erano in cattive condizioni di conservazione per questo motivo la Soprintendenza Speciale per il Colosseo, il Museo Nazionale Romano e l'Area Archeologica di Roma ha fatto eseguire le analisi radiografiche e di fluorescenza presso l'ICLA. (vedi figura 2).

La fluorescenza ha identificato tracce di bronzo all'altezza delle braccia, mentre la radiografia ha identificato questi resti come frammenti di armille costituiti da strisce di metallo avvolte su se stesse oppure su materiale organico ormai perso. Le indagini sono state molto importanti ai fini conservativi in quanto, essendo il metallo completamente mineralizzato all'interno della terra, i restauratori non sono in grado di recuperare il manufatto, pertanto i risultati delle analisi sono una testimonianza documentata del ritrovamento.

Nella seconda parte della giornata i ragazzi hanno visitato il laboratorio ICLA dove hanno potuto vedere in funzione le strumentazioni descritte. Sono state mostrate loro misure di fluorescenza dei raggi X, la raccolta di un'immagine radiografica di un artefatto, creato appositamente per scopi didattici. Successivamente sono stati invitati a proporre un loro oggetto di loro proprietà da sottoporre ad indagine. I ragazzi sono stati entusiasti nel vedere la radiografia di un loro telefono cellulare, di un cordless e un mouse senza filo (vedi figura 3); questo espe-



**Fig. 3** Radiografie di dispositivi elettronici. Dall'alto verso il basso: telefono cellulare, telefono cordless e mouse cordless.

rimento ha stimolato la loro curiosità, come è risultato evidente dalle tante domande fatte ai nostri ricercatori.

## 2.2 Indagini scientifiche *in situ* applicate ai beni culturali

Il seminario sulle nuove metodologie di rilievo sui beni archeologici e monumentali è stato tenuto dai dr. Roberto Gabrielli e sig. Pasquale Galatà. Dopo una breve introduzione sull'importanza del rilievo e della relativa documentazione, è stata introdotta la teoria degli errori, aspetto fondamentale da prendere in considerazione durante le misurazioni e le acquisizioni dei dati sul sito. Sottovalutare questo aspetto può compromettere la validità dei dati acquisiti sul sito, i quali non sempre sono disponibili per successive acquisizioni.

Sono state illustrate alcune tecniche di acquisizione immagini e la loro integrazione per lo studio dei beni culturali. Successivamente sono stati descritti gli strumenti con cui si effettuano queste indagini *in situ*:

- Scansione 3d
- Foto Panoramiche a 360°
- Fotogrammetria

### 2.2.1 Scansione 3d

Questo metodo di acquisizione prevede la costruzione di una nuvola di punti (360° azimut e 180° zenit) utilizzando un Laser Scanner; lo strumento misura la distanza tra esso e gli oggetti che lo circondano tramite un fascio di luce laser e associa la distanza ai valori degli angoli polari del raggio.

Agli studenti è stato spiegato nel dettaglio il principio di funzionamento dello strumento e le condizioni ottimali da impostare per ottenere dati corretti in base alla tipologia di rilevamento, ambienti architettonici di piccole o medie dimensioni. Successivamente, come esercitazione pratica è stata eseguita l'acquisizione 3d della Sala Conferenze dell'Area della Ricerca di Roma 1. Una volta acquisito ed elaborato, in tempo reale, il modello matematico 3d della sala, comprensiva di arredi e partecipanti, è stato proiettato sugli schermi della sala; sono stati illustrati agli studenti i diversi passaggi di elaborazione e i relativi software impiegati.

### 2.2.2 Foto panoramiche a 360 gradi

Per realizzare una foto panoramica sferica è necessario acquisire  $n$  foto ad alta risoluzione, poi ricombinarle con un apposito software. Gli strumenti utilizzati sono una macchina reflex digitale di tipo professionale, un supporto (denominato testa panoramica) ed un treppiede fotografico.

Sono stati illustrati alcuni principi teorici della ripresa fotografica, la configurazione da impostare sulla macchina fotografica, come calcolare il numero di scatti da effettuare in relazione all'obiettivo montato sulla macchina e infine i relativi angoli di ripresa. Si è sottolineato, con spiegazioni dettagliate, l'importanza del "punto nodale", ovvero come individuare il punto di rotazione dell'insieme macchina+obiettivo per eseguire correttamente la foto sferica. Successivamente, come prova pratica, è stata realizzata una foto panoramica all'esterno della Sala coinvolgendo tutti i partecipanti. Durante la ripresa sono stati ripetuti i concetti teorici di questa metodica. Rientrati in sala le foto digitali sono state trattate con il software di generazione dei panorami ed elaborate; tutti i passaggi di elaborazione sono stati commentati fino alla proiezione del panorama finito.

### 2.2.3 Fotogrammetria

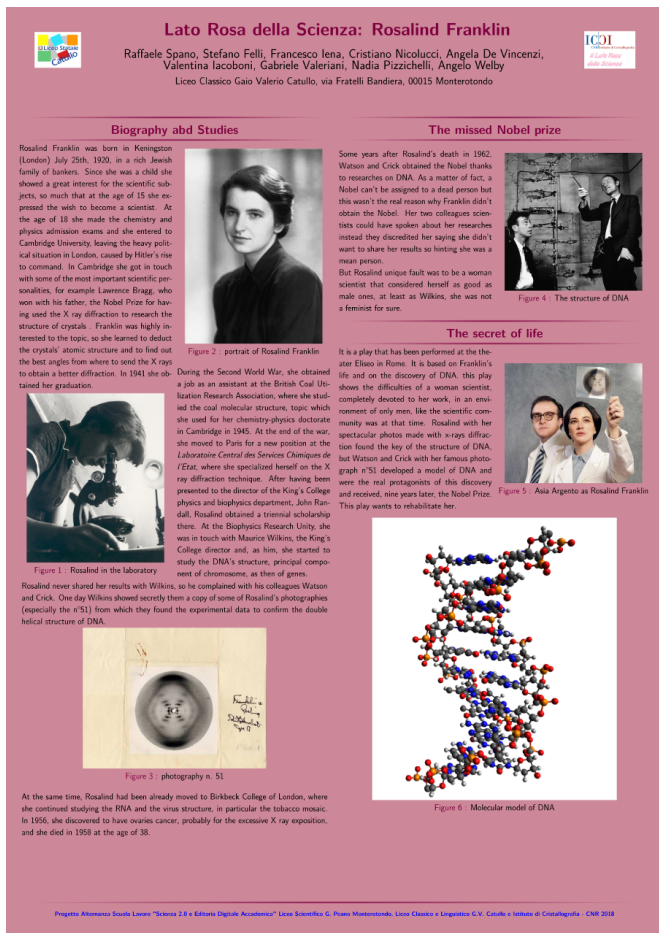
Questa tecnica di rilievo prevede la ricostruzione in 3d di un oggetto tramite l'acquisizione fotografica ad altissima risoluzione. Gli strumenti utilizzati sono la macchina reflex digitale professionale e il treppiede fotografico.

Ai partecipanti sono stati spiegati i principi teorici di questa tecnica e le condizioni operative della ripresa, soprattutto al fine di ottenere modelli 3d con altissima definizione dei dettagli cromatici. Sugli schermi della Sala sono state proiettate e commentate delle immagini e degli screenshot dei modelli finiti e del software utilizzato, mettendo in evidenza il livello di dettaglio che si può ottenere con questa tecnica.

Per ultimo, ma argomento non meno importante, è stato affrontato il tema fondamentale dell'integrazione dei risultati prodotti dalle tecniche precedentemente discusse.

## 2.3 Mostra didattica "Il Lato Rosa della Scienza"

Gli studenti del Liceo Classico e Linguistico Catullo, nell'anno scolastico 2017-18, hanno partecipato ad un percorso formativo di Alternanza Scuola Lavoro<sup>2</sup> denominato "Scienza 2.0 e Editoria Digitale Accademica" presso i laboratori dell'Istituto



**Fig. 4** "Il Lato Rosa della Scienza": uno dei poster realizzati dagli studenti del Liceo Classico e Linguistico Catullo per il progetto Erasmus+. La mostra è visibile al seguente link <http://catullo.mlib.cnr.it/mod/book/view.php?id=1332>

di Cristallografia di Montelibretti. A conclusione del percorso formativo hanno integrato la Mostra didattica "Il Lato Rosa della Scienza",<sup>3</sup> realizzata dagli studenti del Liceo Scientifico Peano di Monterotondo, aggiungendo due poster e una videopresentazione sulla vita e sull'attività di ricerca della scienziata Rosalind Franklin. Tutti i poster della mostra sono stati tradotti in lingua inglese dagli studenti del liceo classico.

I poster così tradotti sono stati esposti ed illustrati agli studenti delle scuole europee in visita al loro istituto scolastico. Durante la giornata di visita sono state illustrate le tecnologie di scrittura collaborativa web 2.0 utilizzate dagli studenti per la realizzazione di questo evento divulgativo. I software utilizzati per le diverse fasi operative del progetto sono i seguenti:

- Raccolta e gestione delle informazioni, fonti bibliografiche sulle scienziate: il tool wiki presente nella piattaforma informatica per la formazione Moodle;<sup>4</sup>
- Realizzazione presentazione e poster con linguaggio di composizione tipografica LaTeX su piattaforma informatica di scrittura collaborativa ShareLaTeX;<sup>5</sup>
- Trasformazione della presentazione in videopresentazione con il software opensource OpenShot e deposito dei video su un canale youtube;<sup>6</sup>
- Deposito di tutto il materiale, per consultazione successiva all'evento sulla piattaforma informatica della formazione del liceo Statale Catullo (sito: <http://catullo.mlib.cnr.it>).

Per una descrizione approfondita delle tecnologie utilizzate si rimanda agli articoli già pubblicati su questa rivista.<sup>3-6</sup>

## 2.4 Visita ai laboratori di ricerca e alla necropoli di Colle del Forno

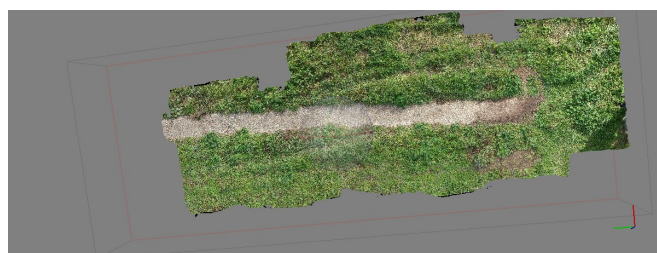
La giornata è proseguita quindi con la visita ai laboratori Raggi X dell'Istituto di Cristallografia e alla necropoli sabina di Colle del Forno. Nel decennio 1970-1980 si è scoperta e successivamente effettuato lo scavo della necropoli di Colle del Forno, presente all'interno dell'Area della Ricerca di Roma 1 del CNR. Le tombe sabine erano allineate su due fianchi dell'altura. Per la sua posizione geografica e successivi ricognizioni del territorio limitrofo da parte dei ricercatori CNR, la necropoli è stata attribuita alla città sabina di Eretum.

## 2.5 Esperienza con i Droni

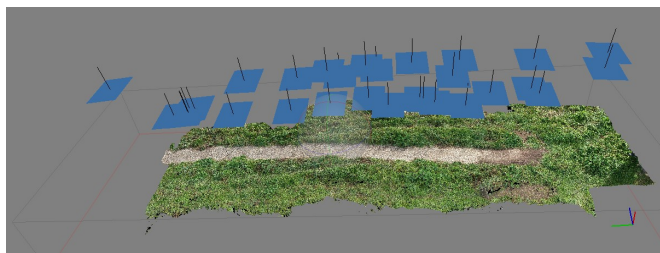
Il programma degli incontri Erasmus prevedeva anche una introduzione all'uso di Droni nel campo dei beni culturali. Gli studenti hanno assistito, in campo aperto, ad un volo di prova del Drone che l'Istituto di Cristallografia utilizza durante le campagne di scavo archeologico della Soprintendenza per documentare il progresso delle attività sugli scavi stessi. Per dimostrare l'utilità dello strumento in questo campo sono state effettuate riprese fotografiche di un sentiero e successivamente, per mezzo di un software specifico, ne è stata effettuata la ricostruzione 3D (Fig. 6, 7).



**Fig. 5** Demo del volo del drone nella sala conferenze dell'Area della Ricerca.



**Fig. 6** Ricostruzione 3D del sentiero.



**Fig. 7** Ricostruzione del sentiero con indicazione dei frame fotografici utilizzati.

La giornata si è conclusa con un happening sul prato antistante l'Istituto di Cristallografia



**Fig. 8** Pausa relax al termine della giornata.

### 3 Ringraziamenti

Gli autori ringraziano i dirigenti scolastici e i docenti degli istituti scolastici partecipanti al progetto Erasmus+ per aver reso possibile la giornata di disseminazione delle tecnologie applicate ai beni culturali.

#### Riferimenti

- 1 Sito web del Liceo Statale "G.V. Catullo"  
<https://www.liceocatullo.gov.it>.
- 2 Legge n. 107/2015 denominata "La Buona Scuola", Gazzetta Ufficiale 162 (2015) 1–28.
- 3 G. Righini, L. Agostini, E. Scibetta, A. Pifferi, Il lato rosa della scienza: un percorso formativo di alternanza scuola lavoro, SMART eLAB 10 (2017) 3–7. [doi:10.30441/smart-elab.v10i0.198](https://doi.org/10.30441/smart-elab.v10i0.198).
- 4 G. Righini, L. Ianniello, G. Nantista, A. Lora, A. Pifferi, Progetto minerva: La piattaforma di e-learning dell'area della ricerca rm 1., SMART eLAB 1 (2013) 13–25. [doi:10.30441/smart-elab.v1i0.24](https://doi.org/10.30441/smart-elab.v1i0.24).
- 5 G. Righini, A. Pifferi, A. Lora, Scrittura collaborativa accademica: metodiche e applicazioni tecnologiche., SMART eLAB 8 (2016) 23–26. [doi:10.30441/smart-elab.v8i0.196](https://doi.org/10.30441/smart-elab.v8i0.196).
- 6 G. Righini, A. Pifferi, R. Cassini, Dall'apprendimento digitalizzato all'apprendimento digitale, SMART eLAB 9 (2017) 28–31. [doi:10.30441/smart-elab.v9i0.36](https://doi.org/10.30441/smart-elab.v9i0.36).