

POLITECNICO DI TORINO  
Repository ISTITUZIONALE

LaTeX tra competenze digitali e accessibilità: un'esperienza di PCTO con il Laboratorio Polin

*Original*

LaTeX tra competenze digitali e accessibilità: un'esperienza di PCTO con il Laboratorio Polin / Armano, Tiziana; Manolino, Carola; Piroi, Margherita; Borsero, Massimo; Maietta, Davide; Capietto, Anna. - In: MONDO DIGITALE. - ISSN 1720-898X. - 20:97(2022), pp. 1-12.

*Availability:*

This version is available at: 11583/2985436 since: 2024-01-27T12:05:32Z

*Publisher:*

Associazione Italiana per l'Informatica e il Calcolo Automatico - AICA

*Published*

DOI:

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)

# LaTeX tra competenze digitali e accessibilità: un'esperienza di PCTO con il Laboratorio Polin

**Tiziana Armano<sup>1</sup>, Carola Manolino<sup>1</sup>, Margherita Piroi<sup>1</sup>, Massimo Borsero<sup>2</sup>,  
Davide Maietta<sup>1</sup> e Anna Capietto<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dipartimento di Matematica "G. Peano", Università degli studi di Torino

<sup>2</sup>Istituto Comprensivo "Parri – Vian", Torino

tiziana.armano@unito.it

carola.manolino@unito.it

margherita.piroi@unito.it

massimo.borsero@gmail.com

davide.maietta@unito.it

anna.capietto@unito.it

1

0

## Sommario

Il Laboratorio Polin si occupa di ricerca e sviluppo di soluzioni per l'accessibilità di contenuti scientifici per studenti con disabilità e DSA. Nell'ambito della Terza Missione per la diffusione sul territorio di queste soluzioni, durante lo scorso anno scolastico, il Laboratorio ha erogato un MOOC per la formazione insegnanti e un progetto PCTO indirizzato a studenti delle scuole superiori, con lo scopo di diffondere l'utilizzo del linguaggio LaTeX come strumento inclusivo per la scrittura di testi con contenuto matematico. In questo contributo descriviamo peculiarità, obiettivi e svolgimento di questo PCTO, mostrando come un tale progetto possa supportare lo sviluppo di competenze di tipo digitale e sociale.

## Introduzione

Il Laboratorio "S. Polin" è un laboratorio di ricerca del Dipartimento di Matematica "G. Peano" dell'Università degli Studi di Torino e si occupa di ricercare soluzioni al problema dell'accesso a studi scientifici da parte di studenti con disabilità e DSA. Oggigiorno, la lettura e la scrittura di testi ben strutturati e "in linea" (ovvero senza grafici o formule) non rappresentano più un problema per persone con disabilità e DSA, soprattutto grazie alla disponibilità di computer o dispositivi mobili e ausili (quali sintesi vocali, display braille e ingranditori). D'altro canto,

1

0

invece, la completa fruizione di risorse didattiche con contenuti STEM (che includono formule, grafici e diagrammi) rimane un problema aperto, nonostante l'attuale notevole sviluppo tecnologico [2].

Per rispondere a queste problematiche, il Laboratorio è impegnato in numerosi progetti di ricerca e sviluppo:

1. **Axessibility** [15]: soluzione per l'accessibilità di testi con formule. È un modulo (pacchetto) dell'ambiente per la scrittura di documenti scientifici in LaTeX. Permette di creare documenti PDF da documenti LaTeX nei quali le formule matematiche possono essere lette mediante le tecnologie assistive per le persone con disabilità visive, quali screen reader e barre braille. È in corso di sviluppo la versione 4.0 che permetterà di ottenere documenti LaTeX PDF totalmente accessibili con formule incorporate, oltre che in LaTeX, in MathML con supporto Mathjax.
2. **Audiofunctions.web** [13]: soluzione inclusiva per l'accessibilità dei grafici di funzione. È una applicazione web che, attraverso tecniche di sonificazione, permette di ottenere grafici di funzione a una variabile reale, esplorabili anche tramite suono. È in corso di sviluppo la versione 2.0 che prevede lo sviluppo di nuove funzionalità e il miglioramento di quelle precedenti, in relazione a una nuova fase di sperimentazione con disabili visivi e con studenti di scuole di diverso ordine e grado.
3. **Novagraphs**: progetto interdipartimentale per lo sviluppo di una soluzione al problema dell'accesso all'informazione scientifica contenuta nelle strutture grafiche (quali tabelle, diagrammi entità-relazione, diagrammi UML, alberi, grafi, circuiti...) da parte di persone con disabilità visive. Prevede lo sviluppo di una soluzione software che produce in modo semi-automatico descrizioni testuali navigabili in modo interattivo con comando vocale di strutture grafiche complesse.
4. **VoiceMath**: soluzione per l'accessibilità di video di lezioni con formule. Il video di una lezione (risorsa didattica molto diffusa nel periodo pandemico) presenta diversi problemi di accessibilità: necessita di sottotitoli adeguati per persone con disabilità uditive, della trascrizione dell'audio per persone con disabilità motorie, visive e con DSA che hanno difficoltà a prendere appunti, e di un documento digitale accessibile dei contenuti video. Esistono attualmente numerosi sistemi per la trascrizione e la sottotitolazione automatica, ma nessuno gestisce le formule in modo opportuno: per la fruizione di un video con contenuti scientifici serve la trascrizione di formule in linguaggio specifico (LaTeX o MathML). VoiceMath, finanziato da fondazione CRT, Dipartimento di Matematica "G. Peano" e Direzione SIPE (UniTO), è una soluzione software per la trascrizione in testo + LaTeX di lezioni universitarie "con formule", utile a persone con disabilità motorie, uditive e con DSA. Il software è stato realizzato in collaborazione con H-Farm Innovation ed è attualmente in corso di brevetto in UniTO e sarà disponibile per i docenti dell'Università di Torino da novembre 2022.

5. SpeechMate: il progetto prevede lo sviluppo di una soluzione software per dettatura e modifica di formule matematiche basata su funzionalità di interazione vocale con riscontro visivo e vocale dei contenuti dettati, utile a persone con disabilità motorie, visive o DSA, nella scrittura, nell'elaborazione e nella risoluzione di espressioni matematiche. Le persone con disabilità o disordini motori agli arti superiori o disabilità visive incontrano difficoltà nella scrittura della matematica e l'esecuzione di semplificazioni numeriche o simboliche di espressioni matematiche è complessa per persone con DSA. Attualmente non sono disponibili software con funzionalità di dettatura e modifica di formule in lingua italiana, esistono solo alcune parziali soluzioni in lingua inglese. Il Laboratorio ha sviluppato un prototipo del software partendo dall'esperienza di SpeechMatE 0.1, un software con interazione multimodale stabile, con funzioni di dettatura anche di matematica avanzata, di navigazione e modifica delle formule.

Oltre a ricerca e sviluppo, il Laboratorio Polin ha come obiettivo primario la disseminazione sul territorio delle soluzioni per l'accessibilità delle STEM e della cultura dell'accessibilità in generale. In questo ambito il Laboratorio Polin ha erogato corsi di formazione per insegnanti curricolari e di sostegno e ha proposto attività di diffusione della cultura dell'accessibilità a studenti di scuole secondarie. In particolare, nell'inverno 2022, ha proposto il MOOC gratuito Accessibilità delle STEM: pratiche didattiche e tecnologiche per non vedenti, per fornire agli insegnanti strumenti e pratiche didattiche per l'insegnamento della matematica e della fisica per studenti con disabilità visive. Sempre nell'ambito della Terza Missione nell'estate 2022 è stato realizzato un progetto PCTO (Percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento) "Studenti e studentesse ambasciatori della matematica accessibile". Tale progetto, oggetto di questo contributo, rientra tra i progetti di "alternanza scuola-lavoro" proposti dall'Università degli Studi di Torino.

## 2 Peculiarità del progetto

Il progetto ha visto la partecipazione di 57 studenti: 16 ragazze e 41 ragazzi, di 8 diverse scuole secondarie di secondo grado di Torino e provincia, e di Cuneo. Nello specifico 1 partecipante aveva terminato la classe prima, 1 la classe seconda, 6 la classe quarta, e i rimanenti la classe terza. Per quanto riguarda gli indirizzi di studio, gli studenti provenivano da liceo classico, liceo scientifico (tradizionale e scienze applicate), istituto tecnico settore economico, e istituto tecnico settore informatico, come descritto in Tabella 1.

Indirizzo	classe I	classe II	classe III	classe IV	tot
Liceo classico	1	1	-	-	2
L. scientifico trad.	-	-	9	2	11
L. scientifico scienze applicate	-	-	9	-	9
I.T economico	-	-	1	4	5
I.T informatico	-	-	30	-	30
tot	1	1	49	6	57

Tabella 1

Il progetto ha riscosso un notevole interesse, tanto che numerose richieste sono state respinte essendo già stato raggiunto il tetto massimo di studenti partecipanti. Crediamo che questo forte interesse sia stato motivato dal duplice valore formativo del progetto. Esso infatti aveva come scopo:

1. sviluppare le competenze digitali e il pensiero computazionale degli studenti;
2. supportare le loro competenze sociali, promuovendo la cultura dell'inclusione e dell'accessibilità.

L'obiettivo primario del progetto era quello di introdurre gli studenti all'uso di LaTeX, il quale non solo è il linguaggio più diffuso per la stesura di testi scientifici, ma risulta anche un'ottima soluzione ai problemi di accessibilità, sia per la lettura che per la scrittura di testi contenenti formule da parte di disabili visivi [3]. A differenza dei classici word-processor che si basano sul paradigma WYSIWYG (What You See Is What You Get), "ciò che vedi è ciò che ottieni", LaTeX è un text processor e permette di lavorare in modalità WYSIWYM (What you See Is What You Mean), "ciò che vedi è ciò che vuoi dire". Questo significa che chi scrive in LaTeX deve concentrarsi sul contenuto e sulla struttura del testo che vuole produrre, tramite la scrittura di un codice, mentre gli aspetti tipografici vengono controllati autonomamente dal programma. Per questo, la scrittura con questo linguaggio di marcatura permette di sviluppare il pensiero computazionale. Tale competenza è esplicitamente richiamata nelle Linee Guida per il passaggio al nuovo ordinamento per secondo biennio e quinto anno degli istituti tecnici, come anche nelle Indicazioni Nazionali e in particolare tra gli obiettivi specifici di apprendimento per i licei [6, 9].

Parallelamente, il corso intendeva supportare le competenze sociali degli studenti, favorendo lo sviluppo di conoscenze in tema di inclusività. L'importanza del potenziamento della cultura dell'inclusione, oltre a essere già messa in rilievo dalla Legge Quadro 104/92 [7] è stata sottolineata anche più recentemente dalla legge 170/10 [10] e successive note applicative. Inoltre, anche le stesse Linee Guida per i Percorsi per le Competenze Trasversali e per l'Orientamento affermano l'importanza di "elevare i livelli di cittadinanza attiva, di coesione e protezione sociale, favorendo la partecipazione, l'inclusione e il pieno sviluppo della persona, a valorizzare il potenziale di crescita e di occupazione lavorativa, in attuazione degli articoli 2, 3, 4, 9, 18 e 118, quarto comma, della Costituzione" [8, p. 18].

È stato introdotto il pacchetto Accessibility, così da presentare fin da subito LaTeX agli studenti come linguaggio di marcatura utile e vantaggioso, non solo per la sua praticità, gratuità e flessibilità [3,4], ma anche per l'opportunità che offre di redigere testi scientifici accessibili.

### 3 Descrizione delle attività realizzate

Il progetto si è sviluppato tra il 13 giugno 2022 e il 25 luglio 2022, in 30 ore totali, di cui 8 di corso introduttivo a LaTeX (suddivise in due lezioni frontali da 4 ore ciascuna), 20 di lavoro degli studenti in autonomia da remoto, e ultime 2 ore di restituzione in presenza dei lavori realizzati dagli studenti.

Le due lezioni frontali si sono svolte presso uno dei laboratori informatici del Dipartimento di Matematica dell'Università di Torino, dove ha sede il Laboratorio Polin. Si è voluto introdurre il corso proprio partendo da riflessioni sul tema dell'accessibilità, per sottolineare sin dall'inizio la centralità di questa tematica nell'intero PCTO. Gli studenti hanno avuto modo di visitare il laboratorio, dove sono stati mostrati e descritti i principali strumenti utilizzati per la creazione di materiale didattico accessibile, come il fornetto (Figura 1), la stampante 3D (Figura 2) e la stampante a rilievo (Figura 3a e 3b).



Figura 1



Figura 2



Figura 3a

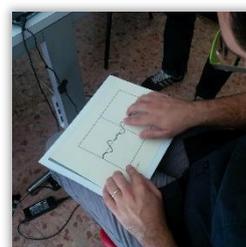


Figura 3b

È stata inoltre presentata agli studenti l'applicazione AudioFunction.web [13], per dare un'idea delle soluzioni innovative sviluppate dal laboratorio per l'accessibilità dei contenuti matematici. Ha completato questa parte introduttiva una testimonianza diretta di una collaboratrice del Laboratorio, la Dott.ssa Ester Tornavacca, laureata in matematica e ipovedente, che ha presentato la propria esperienza in quanto studentessa e lavoratrice in ambito scientifico con disabilità visiva. Successivamente, sono state presentate agli studenti le principali caratteristiche e funzionalità di LaTeX: preambolo e struttura del testo principale, funzionalità e sintassi dei comandi, inserimento di formule in modalità "in corpo"

e “fuori corpo” [14]. Tali caratteristiche sono state insegnate in maniera indiretta. I tutor del corso hanno fornito alcuni esempi di documenti pdf redatti con LaTeX e relativi codici e gli studenti, lavorando a piccoli gruppi, dovevano provare a identificare i principali elementi del codice e capirne struttura e funzionalità. Essendo fisicamente presenti in un laboratorio informatico, avevano modo di testare immediatamente le proprie congetture a riguardo. Tale lavoro era intervallato da momenti di discussione collettiva in cui venivano esposte, commentate ed eventualmente validate le osservazioni emerse. La scelta di non insegnare mostrando e spiegando ogni step del processo di realizzazione di un documento con LaTeX, ma permettendo agli studenti di approcciarsi a questo linguaggio apprendendo “per scoperta”, è dovuta al fatto che nei progetti PCTO la figura del tutor “supporta e favorisce i processi di apprendimento dello studente. Il tutor si connota come ‘facilitatore dell’apprendimento’; accoglie e sostiene lo studente nella costruzione delle proprie conoscenze; lo affianca nelle situazioni reali e lo aiuta a ri-leggere l’insieme delle esperienze per poterle comprendere nella loro naturale complessità. Lo aiuta, dunque, a rivisitare il suo sapere e ad avere chiara valutazione delle tappe del proprio processo di apprendimento” [9, p. 15]. Questa concezione della figura dei tutor ha guidato la progettazione dei loro compiti e interventi anche nelle fasi successive del progetto, in cui erano previsti lavoro autonomo dei gruppi di studenti e restituzione collettiva.

La parte centrale del progetto si è infatti svolta da remoto e il lavoro è stato coordinato dai tutor tramite piattaforma Moodle. Gli studenti hanno autonomamente formato dei gruppi di lavoro da 2 o 3 membri, e a ciascun gruppo è stato richiesto di trascrivere in LaTeX una parte del libro “Matematica come scoperta” di Giovanni Prodi [5]. Questo libro in due volumi, la cui ultima edizione di stampa risale al 1975, è un importante testo di riferimento per la Didattica della Matematica. La scelta di far trascrivere questo intero libro è stata motivata dal desiderio che il progetto potesse anche portare a un output utile, come la realizzazione della versione digitale accessibile di un così interessante libro di testo. Come già descritto, per esempio in [3], la peculiarità di LaTeX, rispetto ad altre soluzioni per l’accessibilità di testi matematici per persone con disabilità visiva, è essere pienamente inclusivo. La versione digitale e accessibile di questo libro di testo può essere infatti una risorsa assolutamente utile anche per persone senza alcuna disabilità visiva.

### 3.1 Lavoro svolto dagli studenti in autonomia

A partire da quanto appreso nel corso in presenza (funzionalità principali di LaTeX e codice per scrivere espressioni matematiche basilari), i membri di ciascun gruppo hanno dovuto cercare in autonomia soluzioni per la trascrizione del testo: ad esempio, i comandi per scrivere il testo in corsivo o grassetto, oppure per creare elenchi puntati, inserire immagini, o ancora inserire espressioni o simboli matematici più complessi. Su Moodle era a disposizione un forum che poteva essere utilizzato dagli studenti per scambiarsi domande e informazioni reperite, e dove eventualmente interpellare i tutor, i quali potevano rispondere a dubbi o

questioni. Inoltre, una volta a settimana (per un totale di 5 incontri) era previsto un incontro online con i tutor in cui potevano essere risolti ulteriori problemi incontrati dagli studenti.

L'utilizzo di una piattaforma online per lo scambio di informazioni e la gestione del lavoro, e la necessità di ricavare autonomamente informazioni riguardo l'uso di LaTeX (quindi il dover imparare a cercare un'informazione specifica, a riconoscere una fonte affidabile o a conoscere il funzionamento di forum di informatica), hanno contribuito al raggiungimento del primo obiettivo del progetto. La competenza digitale, come si legge nella Raccomandazione del Parlamento europeo del 2006, infatti non consiste solo nel saper utilizzare le tecnologie della società dell'informazione – in questo caso saper scrivere un testo col linguaggio LaTeX –, ma “essa è supportata da abilità di base nelle TIC: l'uso del computer per reperire, valutare, conservare, produrre, presentare e scambiare informazioni nonché per comunicare e partecipare a reti collaborative tramite Internet” [11, p. 15]. Questo approccio, inoltre, supporta lo sviluppo della competenza personale, sociale e la capacità di imparare a imparare – competenza chiave nel quadro definito dalla Raccomandazione del Consiglio europeo del 2018 –, che consiste “nella capacità di riflettere su sé stessi, di gestire efficacemente il tempo e le informazioni, di lavorare con gli altri in maniera costruttiva, di mantenersi resilienti e di gestire il proprio apprendimento e la propria carriera” [12, p. 10].

### 3.2 Restituzione collettiva del lavoro svolto

A un mese dall'assegnazione del lavoro a gruppi, tutor e studenti si sono ritrovati in presenza per una restituzione del lavoro svolto. Gli studenti hanno esposto eventuali difficoltà riscontrate nell'uso di LaTeX, e i tutor hanno condiviso con l'intero gruppo osservazioni già fatte ai singoli gruppi, o durante le sessioni di tutorato online, e problematiche emerse nel forum con relative soluzioni.

Globalmente, gli studenti hanno mostrato un notevole grado di autonomia nello svolgimento della trascrizione e nella risoluzione di problemi relativi all'uso di LaTeX. I principali dubbi sollevati nel forum e tutorati online, e difficoltà emerse dalle correzioni delle trascrizioni, riguardavano principalmente:

- l'inserimento di immagini;
- la sintassi per l'inserimento di formule matematiche.

Riguardo a quest'ultimo punto, la maggior parte degli studenti tendeva a segmentare in più parti una singola formula. Ad esempio, per trascrivere la parte di testo in Figura 4a è stato utilizzato il codice in Figura 4b. In figura 4a vediamo l'uso del simbolo del dollaro in apertura e chiusura di ogni parte di un'unica formula, la cui scrittura risulta così appesantita. La stessa poteva invece essere scritta come:

```

$$\overline{PQ} = \overline{PT} + \overline{TQ} = |x_2 - x_1| + |y_2 - y_1|$$

```

(Non ci soffermiamo qui su ulteriori errori fatti nella scrittura di questo codice).

$$\overline{PQ} = \overline{PT} + \overline{TQ} = \sqrt{(x_2-x_1)^2 + (y_2-y_1)^2}$$

D'altra parte si ha  $\sqrt{(x_2-x_1)^2} = |x_2-x_1|$  perché  $|x_2-x_1|$  può essere uguale a  $x_2-x_1$ , oppure a  $x_1-x_2 = -1(x_2-x_1)$ : passando al quadrato il fattore (-1) si trasforma in 1. Questa è la formula che esprime la distanza tra P e Q mediante le coordinate. È una formula di grande interesse: essa permette intanto di descrivere in termini algebrici una figura molto importante: il cerchio.

Figura 4a

$$\overline{PQ} = \overline{PT} + \overline{TQ} = |x_2-x_1| + |y_2-y_1|$$

D'altra parte si ha  $|x_2-x_1| = (x_2-x_1)$  perché  $|x_2-x_1|$  può essere uguale a  $x_2-x_1$ , oppure a  $x_1-x_2 = -1(x_2-x_1)$ : passando al quadrato il fattore (-1) si trasforma in 1. Questa è la formula che esprime la distanza tra P e Q mediante le coordinate. È una formula di grande interesse: essa permette intanto di descrivere in termini algebrici una figura molto importante: il cerchio.

Figura 4b

Sono invece quasi tutti riusciti in autonomia a capire come:

- inserire tabelle;
- usare caratteri speciali, come grassetto, corsivo, ecc. e cambiare le dimensioni del testo;
- inserire espressioni matematiche complesse, come quelle in figura 5.

$$c^2 = \overline{AB^2} = (b \cos \gamma - a)^2 + (b \sin \gamma)^2 = b^2(\cos \gamma)^2 - 2ab \cos \gamma + a^2 + b^2(\sin \gamma)^2 = a^2 - 2ab \cos \gamma + b^2[(\cos \gamma)^2 + (\sin \gamma)^2]$$

Figura 5

Alcuni dei testi prodotti sono anche stati testati con lo screen reader NVDA, per verificarne l'effettiva accessibilità. Questo momento di restituzione è stato anche occasione per mostrare alcune caratteristiche del pacchetto Axxessibility, come la necessità di usare specifici dizionari [1].

#### 4 Feedback degli studenti sul progetto

A conclusione del progetto, è stato somministrato a tutti i partecipanti un questionario online di valutazione dell'esperienza. Dalle risposte date dagli

studenti ai vari quesiti abbiamo potuto constatare il raggiungimento di tutti gli obiettivi preposti alla progettazione del progetto.

Su un piano più generale abbiamo riscontrato entusiasmo da parte degli studenti per la strutturazione del PCTO. Molti hanno manifestato stupore a partire dal confronto con attività pregresse. Una studentessa a riguardo afferma:

*“Visto le esperienze in altri laboratori PCTO non mi aspettavo grandi cose; nello specifico, non mi aspettavo di imparare qualcosa di nuovo a livello più pratico”.*

Numerosi studenti hanno sottolineato l'entusiasmo per la partecipazione ad attività in presenza e la possibilità di lavorare in gruppo tra pari, mettendo in luce il bisogno di essere coinvolti in attività presenziali e collaborative. Sicuramente questa è un'esigenza ancora più sentita in questo periodo storico di situazione post-pandemica delle nostre scuole.

A conferma dell'importanza della missione di orientamento all'interno dei progetti PCTO, si è dimostrata vincente anche la scelta di realizzare le lezioni in presenza nelle aule del Dipartimento di Matematica. A riguardo per esempio due studenti affermano:

*“La cosa che mi è piaciuta di più è entrare all'università per la prima volta e seguire le lezioni nelle aule”.*

*“Per essere stata la prima edizione, mi è proprio piaciuto, anche dato il grande impegno che ho davvero percepito da parte di tutti gli organizzatori. In più la sola esperienza di entrare in dei locali universitari ed assistere ad un vero corso a tutti gli effetti è stata davvero particolare ed interessante per uno solamente al terzo anno di superiori”.*

Riguardo al primo obiettivo specifico delineato è evidente l'apprezzamento da parte di tutti i partecipanti per le competenze digitali maturate; in particolare molti studenti fanno a riferimento all'utilità pratica che il linguaggio LaTeX potrà avere nella loro vita, dichiarando ad esempio:

*“Aver appreso come utilizzare LaTeX mi sarà utile per formattare testi, specialmente dal momento che ho intenzione di intraprendere una carriera universitaria ad indirizzo scientifico”*

É evidente anche la consapevolezza da parte di molti partecipanti di come le nuove conoscenze e abilità apprese contribuiscano in modo più ampio allo sviluppo della competenza digitale e del pensiero computazionale. Lo intuiamo per esempio da risposte come:

*“In questo corso ho imparato a scrivere usando il linguaggio LaTeX, con la quale si possono creare documenti matematici che sono accessibili a non vedenti/ipovedenti (abbiamo anche imparato la differenza tra non vedente e ipovedente), incrementando la mia destrezza nell'uso del computer e imparando anche ad essere un po' più autonomo”.*

*“A mio parere, LaTeX è complesso, perché richiede un approccio diverso al modo di scrivere. Con Word e OpenOffice è facile scrivere subito, perché si pensa alla forma, mentre con latex si pensa al contenuto. Secondo me per imparare LaTeX si deve andare per gradi”.*

In quest'ultima risposta, per esempio, è evidente la consapevolezza della differenza tra la scrittura con un word-processor WYSIWYG (lo studente qui fa riferimento a Word e OpenOffice) e un text processor WYSIWYM, come LaTeX.

Quando nel questionario viene chiesto quali siano le competenze apprese durante il PCTO, quasi la totalità dei partecipanti fa riferimento sia alle competenze digitali, sia a competenze in materia di inclusione. Le risposte mettono in luce come, al termine del percorso, gli studenti fossero sensibili al tema della disabilità visiva, riconoscendo anche la propria responsabilità nel favorire processi di inclusione e l'importanza dello sviluppo di risorse per l'accessibilità. Riportiamo alcune risposte significative a questo riguardo:

*“Direi di iscriversi perché si parla di argomenti che non vengono affrontati da altre parti, per esempio io non avevo mai sentito parlare di ipovedente.”*

*“Ho imparato a scrivere in LaTeX, che è un linguaggio di marcatura per la scrittura di testi scientifici e matematici. Oltre ad aver acquisito tali competenze, credo che il messaggio da trasmettere è che LaTeX mira ad includere e rendere accessibile ogni tipo di testo per tutti, soprattutto per le persone con disabilità visiva.”*

*“Ho imparato come trascrivere testi con LaTeX, ho acquisito competenze nel lavorare in un gruppo ed ho potuto rendermi conto di quanto la strada verso la completa accessibilità sia ancora lontana, e del fatto che è anche nostro compito renderla più facile da percorrere.”*

## 5 Conclusioni

L'insegnamento del LaTeX in ottica inclusiva si è dimostrato essere adatto per un progetto PCTO che coinvolga e formi gli studenti su diversi fronti:

- l'educazione informatica e lo sviluppo del pensiero computazionale;
- l'educazione all'inclusività;
- lo sviluppo della competenza “personale, sociale e la capacità di imparare a imparare”.

In primis, gli studenti hanno avuto l'opportunità, altrimenti ancora rara in contesto scolastico, di apprendere il linguaggio LaTeX. Questa è una competenza assolutamente utile per il futuro universitario e lavorativo degli studenti, che se ne sono mostrati consapevoli, come emerso dalle loro risposte al questionario. LaTeX non solo è il linguaggio più usato per scrivere testi scientifici, ma consente di scrivere testi di qualsiasi genere, garantendone un'impaginazione e una grafica di alta qualità. Non bisogna poi dimenticare che può essere utilizzato in maniera gratuita e accessibile su qualsiasi sistema operativo. Dal punto di vista dell'educazione informatica, la conoscenza del linguaggio LaTeX non è stato

l'unico risultato ricercato ed ottenuto. Il processo stesso dell'apprendimento di LaTeX, così come impostato nel corso e nelle attività proposte, ha contribuito all'obiettivo di promuovere la competenza digitale.

Aspetto peculiare del corso è aver avvicinato gli studenti al tema dell'accessibilità, inserito nella questione più ampia dell'inclusione. Sebbene, quasi inevitabilmente, nella seconda parte gli studenti si siano concentrati maggiormente sull'apprendimento del LaTeX, col rischio di dimenticare le questioni relative all'accessibilità e inclusività, l'incontro finale in presenza ha voluto proprio rimettere l'accento su questi aspetti. Sebbene anche nelle risposte ai questionari sembra che gli studenti abbiano apprezzato maggiormente l'opportunità di apprendere LaTeX, non sono mancate risposte che hanno mostrato come anche il tema dell'inclusione abbia riscosso interesse. Particolarmente utile in questa prospettiva di educazione all'inclusione è risultata essere la testimonianza diretta della nostra collaboratrice, che apprezziamo tramite le parole di una studentessa:

*“È stata un'esperienza che ci permette di aprire gli occhi anche su altre prospettive, dovremmo essere una società in grado di poter includere tutti allo stesso modo e dare a tutti le stesse possibilità.”*

Infine, le modalità di svolgimento del corso, la scelta di far apprendere i contenuti non in maniera diretta ma “per scoperta”, l'organizzazione del lavoro in modalità ibrida e facendo lavorare gli studenti in gruppi, l'invito a visitare e lavorare nei locali universitari, hanno favorito certamente lo sviluppo di competenze trasversali come la “capacità di gestire efficacemente il tempo e le informazioni”, “capacità di imparare e di lavorare sia in modalità collaborativa sia in maniera autonoma”, “capacità di lavorare con gli altri in maniera costruttiva”, “capacità di comunicare costruttivamente in ambienti diversi”, “capacità di pensiero critico e abilità integrate nella soluzione dei problemi” e “curiosità nei confronti del mondo, apertura per immaginare nuove possibilità” [8].

Quella descritta è stata la prima edizione di un progetto che intendiamo riproporre e migliorare, anche e soprattutto grazie ai feedback ricevuti dagli studenti che hanno partecipato. Ad esempio, da molti studenti è stato manifestato il desiderio di apprendere ad utilizzare software di sintesi vocale come NVDA, anche per poter testare in autonomia l'accessibilità delle risorse digitali prodotte. Questo suggerimento, come altri, saranno presi in considerazione dal Laboratorio Polin per continuare a coinvolgere le scuole e proporre attività di formazione con lo scopo di diffondere la cultura dell'accessibilità delle materie STEM.

### **Bibliografia e sitografia**

1. Ahmetovic, D., Armano, T., Bernareggi, C., Berra, M., Capietto, A., Coriasco, S., Murru, N., Ruighi, A. & Taranto, E. (2018). Axxessibility: a LaTeX Package for Mathematical Formulae Accessibility in PDF Documents.

Proceedings of the 20th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility ASSETS 2018 (pp. 352-354).

2. Armano, T., Capietto, A., Ahmetovic, D., Bernareggi, C., Coriasco, S., Ducci, M., Magosso, C., Mazzei, A., Muuru, N. & Sodia, A. (2020). Accessibilità di contenuti digitali per le STEM: un problema aperto. Alcune soluzioni inclusive per l'accessibilità di formule e grafici per persone con disabilità e DSA. In Atti del convegno DIDAMATICA 2020 (pp. 2-11).
3. Borsero, M., Murru, D. & Ruighi, A. (2016). Il LaTeX come soluzione al problema dell'accesso a testi con formule da parte di disabili visivi. *Ars Texnica*, Vol. 22, p. 12-18.
4. Giacomini, R. (2016). LaTeX tra i banchi. Possibili applicazioni in ambito scolastico di LaTeX. *Ars Texnica*, Vol. 22, p. 7-11.
5. Prodi, G. (1975). *Matematica come scoperta*. Casa editrice G. D'Anna.
6. Indicazioni nazionali per i Licei. D.P.R. 89 del 15 marzo 2010.
7. Legge-quadro per l'assistenza, l'integrazione sociale e i diritti delle persone handicappate (104/92). *Gazzetta ufficiale della Repubblica italiana*, 39.
8. Linee guida dei percorsi per le competenze trasversali e per l'orientamento (PCTO). Decreto ministeriale 774 del 4 settembre 2019.
9. Linee guida per il passaggio al nuovo ordinamento, secondo biennio e quinto anno, istituti tecnici. Allegato D.P.R. 15 Marzo 2010, articolo 8, comma 3.
10. Nuove norme in materia di disturbi specifici di apprendimento in ambito scolastico (170/10). *Gazzetta ufficiale della Repubblica italiana*, 244.
11. Raccomandazione del parlamento europeo e del consiglio del 18 dicembre 2006 relativa a competenze chiave per l'apprendimento permanente (2006/962/ce).
12. Raccomandazione del Consiglio del 22 maggio 2018 relativa alle competenze chiave per l'apprendimento permanente. (2018/C 189/01).
13. <http://www.integr-abile.unito.it/audiofunctions.web/>
14. <https://www.didatticainterattiva.it/files/LaTeX-facile.pdf>
15. <http://www.integr-abile.unito.it/axessibility/>