



# Per una Matematica Accessibile e Inclusiva



Tiziana Armano<sup>1</sup>, Anna Capietto<sup>1\*</sup>, Marco Illengo<sup>1</sup>  
Sara Kobal<sup>2</sup>, Nadir Murru<sup>1</sup>, Rosaria Rossini<sup>3</sup>, Ester Tornavacca<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Matematica G. Peano (Università di Torino), <sup>1\*</sup> Docente di Analisi Matematica e Referente per la disabilità nel Dipartimento di Matematica G. Peano (Università di Torino)  
<sup>2</sup>Maturanda presso Liceo Classico di Bra (CN), <sup>3</sup>Dipartimento di Informatica (Università di Torino), <sup>4</sup>Reale Mutua Assicurazioni (TO)

La presente ricerca è finalizzata a favorire gli studi scientifici di persone con disabilità (motoria e sensoriale) mediante la produzione di materiale scientifico in formato accessibile. Le necessità degli studenti universitari sono complesse e differenti da quelle che si incontrano nella scuola primaria e secondaria, e finora le università hanno sviluppato un'esperienza limitata sul tema. Concentrandoci sulla disabilità visiva, per poter utilizzare il computer e accedere a materiale didattico digitale (e.g. dispense) studenti ciechi/ipovedenti si avvalgono di screen reader (lettori di schermo) come NVDA o JAWS (Windows), ORCA (Linux), VoiceOver (Apple). Persone non vedenti utilizzano inoltre barre braille, mentre persone ipovedenti sono solite utilizzare ingranditori di schermo e modificatori di colore in base alle loro necessità. Tali tecnologie offrono buone prestazioni nel caso di testi letterari, mentre mostrano ancora molti limiti se nei testi sono presenti formule e grafici. Il problema principale è dovuto al fatto che tali tecnologie sono in grado di trattare adeguatamente strutture in linea (unidimensionali), come appunto il normale testo, mentre manifestano difficoltà nell'interpretare strutture bidimensionali, ovvero strutture non espresse su una linea.

Per le formule esistono rappresentazioni unidimensionali mediante appositi linguaggi. Per esempio le formule possono essere scritte in braille a 8 punti, anche se attualmente non esiste uno standard riconosciuto per codificare in braille simboli matematici. Inoltre, esistono linguaggi come il LaTeX (ampiamente utilizzato dalla comunità scientifica per realizzare materiale scientifico) che rappresentano formule matematiche mediante espressioni unidimensionali.

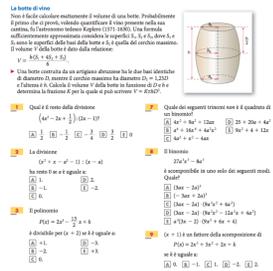
Allo stato attuale, i grafici risultano accessibili mediante commenti e/o stampe in rilievo. Le didascalie forniscono una descrizione limitata del grafico; la stampa in rilievo, che consente una migliore esplorazione dell'intera figura, necessita alcuni accorgimenti, come l'utilizzo di carta spessa e più stampe di uno stesso grafico per evidenziarne vari aspetti. Un'alternativa alla stampa in rilievo è fornita dal "fornetto" che permette di "sollevare" grafici o disegni creati manualmente.



$$\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

`\phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}`

$$\sqrt{2} = 1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{\dots}}}$$



## Strumenti standard per realizzare testi scientifici

### Word

- editor più diffuso per la realizzazione di testi
- interfaccia grafica non direttamente accessibile
- formule e grafici generalmente non accessibili

### HTML e XHTML

- linguaggi per la creazione di pagine web per la diffusione di materiale (scientifico e non)
- linguaggi unidimensionali adatti per essere trattati da screen reader e barre braille
- grafici e formule inserite generalmente come immagini e quindi non accessibili

### LaTeX

- linguaggio ampiamente diffuso nella comunità scientifica per realizzare testi contenenti formule matematiche
- linguaggio unidimensionale direttamente accessibile tramite screen reader e barre braille
- output fornito da screen reader e barre braille poco maneggevole

## Leggere Accessibile

**Word:** il software MathPlayer permette a screen reader/barre braille di accedere alle formule scritte con MathType

**HTML e XHTML:** le formule possono essere inserite, anziché come immagini, mediante il linguaggio MathML, un apposito linguaggio in linea generalmente accessibile (malgrado alcune problematiche non del tutto superate)

**LaTeX:** esistono software che ne facilitano l'uso (BlindMath e LaTeX-access); può essere facilmente convertito in XHTML con formule inserite in MathML

**PAC2:** programma per valutare l'accessibilità di un file .pdf

**Infty:** insieme di software composto da un OCR (InftyReader), un programma di sintesi vocale per la lettura di formule (ChattyInfty) e un editor (InftyEditor) per la manipolazione dei file proprietari

**Lambda:** sistema composto da uno specifico linguaggio per la scrittura di formule, da un editor dedicato ai non vedenti e da un convertitore per importare ed esportare file XHTML

## Scrivere Accessibile

**Word:** esiste un editor (LeanMath) che permette la scrittura di formule da parte di non vedenti mediante scorciatoie da tastiera

**HTML e XHTML:** linguaggi in generale difficili da imparare; è comunque preferibile l'utilizzo dell'XHTML

**LaTeX:** gli editor di scrittura dedicati sono generalmente accessibili; i documenti LaTeX possono essere facilmente importati da Infty e convertiti in documenti XHTML che, a sua volta, può essere importato da Lambda

**Infty Editor:** editor di scrittura non accessibile; può essere utilizzato da persone normovedenti per produrre testi accessibili mediante ChattyInfty

**Lambda:** ha un editor specifico per i non vedenti in cui ogni simbolo matematico viene tradotto automaticamente in parole; è accessibile mediante scorciatoie da tastiera, screen reader e barre braille

## Attività in corso

Malgrado l'esistenza, come visto, di metodi e tecnologie per permettere a disabili visivi di accedere a testi contenenti formule e grafici, la maggior parte del materiale didattico esistente non risulta in alcun modo accessibile (poiché non redatto con modalità sopra descritte). E' quindi nelle intenzioni di tale progetto, oltre a procedere nello sviluppo e nella ricerca delle migliori tecnologie, di fornire contemporaneamente un servizio di supporto per l'accesso all'esistente materiale scientifico da parte di disabili visivi, avvalendosi della loro collaborazione nella sperimentazione di tecniche e metodi. In particolare, si intende concentrarsi su:

- **Realizzazione di testi** (universitari e scolastici) **contenenti formule e grafici accessibili a ciechi/ipovedenti**. In merito alla questione dell'**accesso a grafici**, l'utilizzo della stampante in rilievo Emprint già in possesso (nell'ambito della convenzione con l'I.Ri.Fo.R.) del gruppo di lavoro (o eventualmente di una stampante 3D) rappresenterà, come è ovvio, un importante passo avanti nello studio della matematica e discipline correlate.
- Sviluppo di **formati accessibili per test d'ingresso** e TARM (Test di Accertamento dei Requisiti Minimi, su piattaforma Moodle) per l'Università di Torino mediante l'uso del linguaggio MathML.

- Aggiornamento costante del database <http://www.integrabile.unito.it> mediante il quale un disabile può, inserendo (in modalità accessibile) le sue necessità/sistema operativo che attualmente usa/software che attualmente usa, **ricevere informazioni sulle soluzioni attualmente conosciute** a un suo specifico problema di accessibilità di testi scientifici (o, più in generale, sull'accesso al computer). Sono specificati vantaggi e svantaggi della soluzione proposta, tenendo conto dei costi/tempi di addestramento/complessità del problema.

- Sviluppo di un algoritmo di riconoscimento di pattern finalizzato alla realizzazione di un **OCR specifico per formule matematiche**.

- Interventi in qualità di **consulenti/formatori per il personale docente e non docente** dell'Università di Torino, in vista dell'interazione con studenti con disabilità.
- Interventi in qualità di **consulenti/formatori presso aziende** interessate ad assumere disabili ad elevata qualificazione (progetto DAPARI - Disabilità in Azienda, Professionalità Avanzata, Ricerca e Inclusione - in collaborazione con Reale Mutua Assicurazioni). Le aziende potranno così essere informate sulle mansioni ad alta qualificazione che anche una persona con disabilità può svolgere; al tempo stesso la persona con disabilità potrà rappresentare stimolo e motivazione alla ricerca universitaria e proporre percorsi di miglioramento nei contesti aziendali.
- Lezioni presso il **Master Universitario in Didattica e Psicopedagogia per alunni con disabilità sensoriali** e Lezioni su "Disabilità e Nuove Tecnologie" nell'ambito dei TFA (Tirocinio Formativo Attivo per insegnanti di scuola secondaria) presso l'Università di Torino.

## Bibliografia

- Armano, T., Capietto, C., Illengo, M., Murru, N., Rossini, R., (2014) An overview on ICT for the accessibility of scientific texts by visually impaired students, SIREM – SIE – L 2014, 4 pages.  
Archambault, D., Stöger, B., Fitzpatrick, D., & Miesenberger, K., (2007). *Access to scientific content by visually impaired people*. Upgrade, VIII(2), 14 pages.  
Bernareggi, C., (2010). *Non-sequential Mathematical Notations in the LAMBDA System*. Computers Helping People with Special Needs, Lecture Notes in Computer Science, 6180, 389-395.  
Gardner, J. A., (2014). *The LEAN Math Accessible MathML Editor*. Computers Helping People with Special Needs, Lecture Notes in Computer Science, 8547, 580-588.

## Nell'ambito di

- Progetto di ricerca per l'individuazione, l'utilizzo, la diffusione e lo sviluppo di nuove tecnologie per favorire la partecipazione attiva agli studi universitari da parte di giovani con disabilità e DSA, nell'ottica dei principi dell'accessibilità universale, della personalizzazione didattica e dell'inclusione (resp.: Prof. Anna Capietto – Dipartimento di Matematica; Prof. Marisa Pavone – Dipartimento di Filosofia e Scienze dell'Educazione e delegata del Rettore alla disabilità)
- Convenzione fra l'Università di Torino e l'I.Ri.Fo.R./UICI
- Progetto interdipartimentale dell'Università di Torino "Metodologie, tecnologie, materiali e attività per un apprendimento della matematica accessibile e inclusivo" (coordinatori: Prof. Ferdinando Arzarello e Prof. Ornella Robutti – Dipartimento di Matematica)

## Strutture Unite

- Ufficio Disabili
- Consiglio del Corso di Studi in Matematica
- Corso di formazione per il conseguimento della specializzazione per le attività di sostegno
- Dipartimento di Filosofia e Scienze dell'Educazione
- Dipartimento di Informatica
- Dipartimento di Matematica G. Peano
- Incubatore d'Imprese dell'Università di Torino
- Master universitario di I livello in "Didattica e psicopedagogia per alunni con disabilità sensoriali"
- Riflessioni e Riflessioni - Mostra/Laboratorio sul concetto di simmetria a cura del Dipartimento di Matematica G. Peano e Provincia di Torino
- Scuola di Scienze della Natura

## Partners e Sostenitori

- Asphi
- Associazione LeoClub
- Datarc Onlus
- IBM
- I.Ri.Fo.R./UICI
- Reale Mutua Assicurazioni (Progetto DAPARI)
- Fondazione Agnelli
- Fondazione Università Popolare