



Integrabile

ACCESSIBILITÀ DELLE STEM: UN  
PROBLEMA APERTO. PROPOSTE DI  
SOLUZIONI INCLUSIVE.

TIZIANA ARMANO

ABILITANDO  
2023

# LABORATORIO "S. POLIN "

PER LA RICERCA E LA SPERIMENTAZIONE DI  
NUOVE TECNOLOGIE ASSISTIVE PER LE STEM

Responsabile scientifica Prof.ssa Anna Capietto

      
Integr-abile

• Dipartimento di Matematica "G.Peano" Università di Torino



DIPARTIMENTO  
DI MATEMATICA  
GIUSEPPE PEANO  
UNIVERSITÀ DI TORINO

# Accessibilità: alcune definizioni

---

L'accessibilità è la caratteristica di un dispositivo, di un servizio, di una risorsa o di un ambiente d'essere fruibile con facilità da una qualsiasi tipologia d'utente anche con l'eventuale utilizzo di tecnologie assistive.

Per accessibilità si intende la capacità dei sistemi informatici di erogare servizi e fornire informazioni fruibili, senza discriminazioni, anche da parte di coloro che a causa di disabilità necessitano di tecnologie assistive o configurazioni particolari.

# Inclusione scolastica

---

L'accessibilità è la caratteristica di un dispositivo, di un servizio, di una risorsa o di un ambiente d'essere fruibile con facilità da una qualsiasi tipologia d'utente anche con l'eventuale utilizzo di tecnologie assistive.

Per accessibilità si intende la capacità dei sistemi informatici di erogare servizi e fornire informazioni fruibili, senza discriminazioni, anche da parte di coloro che a causa di disabilità necessitano di tecnologie assistive o configurazioni particolari.

# Accessibilità e inclusione

---

L'accessibilità è la caratteristica di un dispositivo, di un servizio, di una risorsa o di un ambiente d'essere fruibile con facilità da una qualsiasi tipologia d'utente anche con l'eventuale utilizzo di tecnologie assistive.

Per accessibilità si intende la capacità dei sistemi informatici di erogare servizi e fornire informazioni fruibili, senza discriminazioni, anche da parte di coloro che a causa di disabilità necessitano di tecnologie assistive o configurazioni particolari.

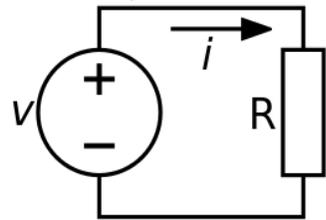
# Il Laboratorio Polin

---

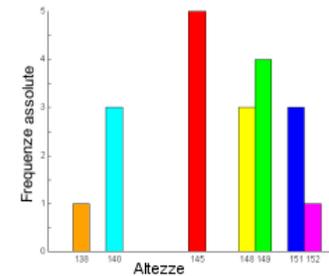
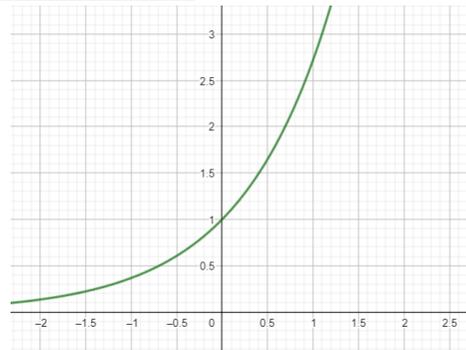
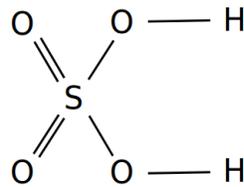
## DIRITTO ALLO STUDIO

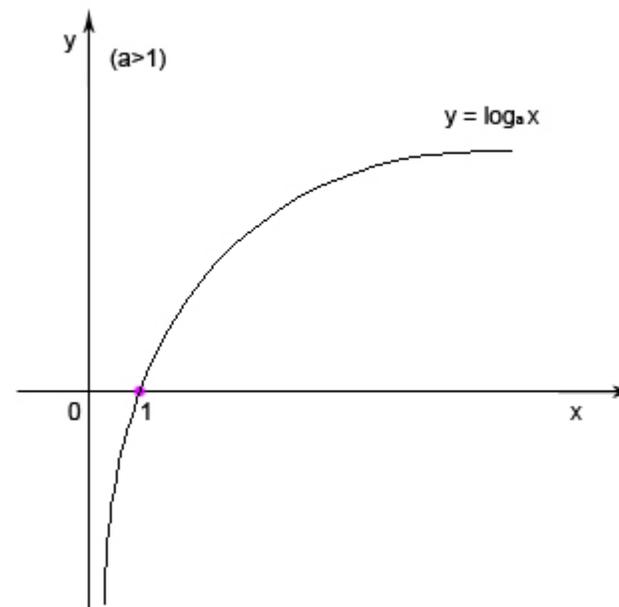
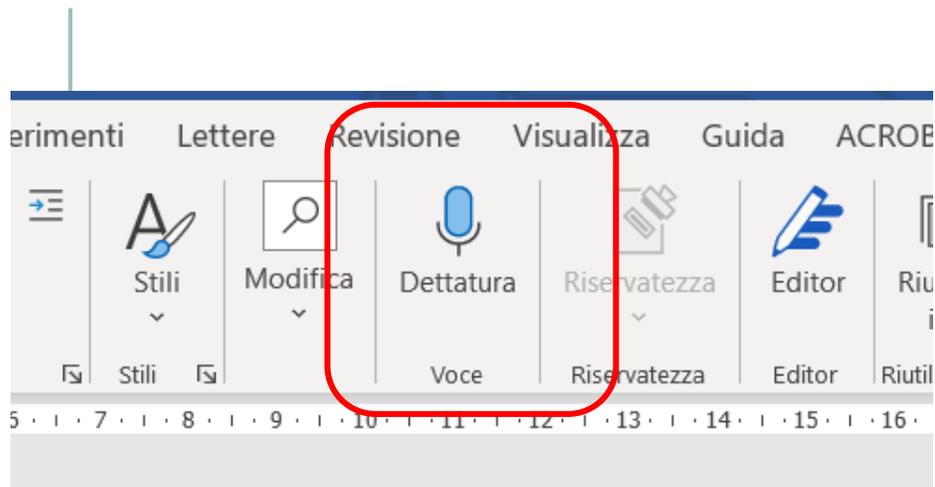


# Problema: Accessibilità di contenuti STEM



$$\sum_{n=1}^{+\infty} a_n$$





Vuoto  
Grafico  
funzione  
logaritmica

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

Uguale radice  
quadrata 1 + 5 2

# Il Laboratorio Polin

---

RICERCA, SVILUPPO, DIFFUSIONE

# Progetti

---

Lettura e scrittura di  
formule

Descrizioni navigabili di  
diagrammi , grafi, tabelle

Rappresentazioni grafiche  
digitali accessibili e  
inclusive

Riconoscimento  
vocale di  
formule

# Documenti scientifici accessibili

---



LaTeX Package

Per produrre PDF accessibili

Inizio sperimentazione con studenti DSA in  
collaborazione con Dipartimento di Psicologia

LaTeX soluzione  
inclusiva per  
lettura e  
scrittura

# Documenti scientifici accessibili

---

[Edico](#)

[MathPix](#)

Office 365

Lambda

HTML / MATHML / MATHJAX

# Grafici accessibili e inclusivi

---

Stampanti in rilievo

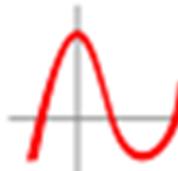
Stampanti 3D

«Fornetto» (Picture in a Flash)

Piano di gomma

# Grafici digitali accessibili e inclusivi

---

 audiofunctions.web

Sonificazione di grafici di  
funzioni

# Grafici digitali accessibili e inclusivi

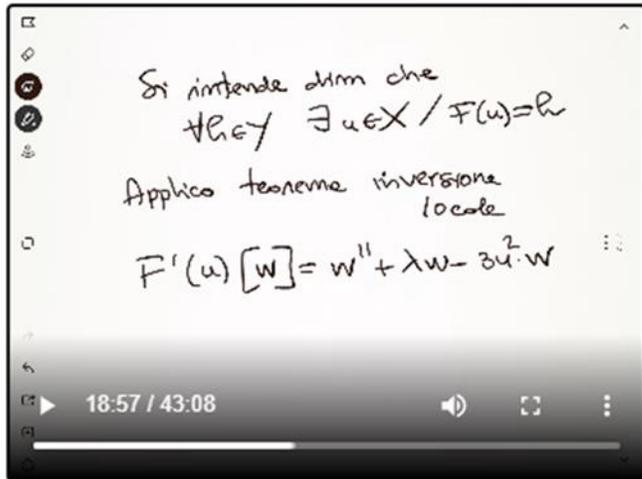
---

Desmos

Sonificazione di grafici di  
funzioni

SAS Graphics Acceleratori

# Trascrizioni di video di lezioni con formule



Buongiorno, nella lezione di oggi vogliamo dimostrare che

$$\forall h \in Y \exists u \in X / F(u) = h$$

Per questo il teorema dell'inversione inversione locale visto nella precedente lezione

$$F'(u)[w] = w'' + \lambda w - 3u^2 \cdot w$$

Per persone con  
disabilità visive,  
uditivo, motorie e  
con DSA

Buongiorno, nella lezione di oggi vogliamo dimostrare che

$$\forall h \in Y \exists u \in X / F(u) = h$$

Per questo il teorema dell'inversione inversione locale visto nella precedente lezione

$$F'(u)[w] = w'' + \lambda w - 3u^2 \cdot w$$

unito 4  
DIGITAL

# VoiceMath

VoiceMath unito.it Cartella Google Drive  UNIVERSITÀ DI TORINO

SELEZIONA UN FILE AUDIO O VIDEO

algebra2\_terracini\_2019\_28min.mp4

SELEZIONA UNO O PIÙ FILE PDF

algebra\_2\_terracini\_2019.pdf

INIZIA NUOVA ELABORAZIONE

Elaborazioni totali: 2 < 1 >

✓ COMPLETED 2

**VIDEO CARICATO**  
algebra2\_terracini\_2019\_28min.mp4

**PDF CARICATI**  
▶ algebra\_2\_terracini\_2019.pdf

START EDITING

3 weeks ago

✓ COMPLETED 1

**VIDEO CARICATO**  
algebra2\_terracini\_2019\_28min.mp4

**PDF CARICATI**  
▶ algebra\_2\_terracini\_2019.pdf

START EDITING

3 weeks ago

Università degli Studi di Torino - Via Verdi, 8 - 10124 Torino  
PI. 0209550010 - C.F. 80088230018 - IBAN: IT07N0306909217100000046985

© Laboratorio Polin - Dipartimento di Matematica "G. Peano"

unito 4  
DIGITAL



UNIVERSITÀ  
DI TORINO

# NoVAGraphS (Non-Visual Access to Graphical Structures)

Accessibilità di strutture grafiche complesse  
(tabelle, diagrammi entità-relazione,  
diagrammi UML, alberi, grafi, circuiti...)  
Soluzione software per produrre in modo  
semi-automatico descrizioni testuali navigabili  
in modo interattivo con comando vocale di tali  
strutture.

Progetto interdipartimentale  
cofinanziato da Fondazione  
CRT: Informatica (capofila),  
Matematica, Filosofia e  
Scienze della Formazione,  
Fisica, Economia

**unito4**  
DIGITAL

# SpeechMatE: Speech-Driven Mathematical Editor

Sistema per la dettatura, la navigazione e la modifica di formule con comando vocale.

Per persone con disabilità motorie, visive e con DSA

unito4  
DIGITAL

# Caratteristiche dei progetti

AI      Matematica,  
Chimica, Fisica...      Human computer  
interaction

Sviluppo software

NLP      **Interdisciplinarietà**

Linguistica

**Inclusione**

Neuroscienze

Didattica della matematica

Psicologia

Computer vision

**unito 4**  
DIGITAL

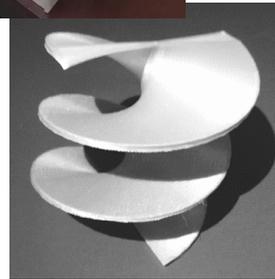
# Laboratorio - strumentazione

## Software

- Screen reader
- Strumenti compensativi
- OCR per formule
- Software matematici



## Stampanti



## Ausili



unito 4  
DIGITAL

# Diffusione

## MOOC

Accessibilità delle STEM: pratiche didattiche e tecnologiche per non vedenti

## PCTO

Studenti e studentesse ambasciatori della matematica accessibile

**unito 4**  
DIGITAL

# Riflessioni didattiche

---

Coniugare **inclusione**, **accessibilità** e **matematica** è una grande sfida per la ricerca, poiché sono coinvolti diversi aspetti

Le tecnologie assistive non sono  
«*facoltative*»

# Riflessioni didattiche

---

## ***epistemologico-matematico***

ad esempio:

come si può rendere in  
linguaggio parlato o tattile un  
grafico senza variarne il  
significato?

# Riflessioni didattiche

---

***tecnologico e di sviluppo***

ad esempio:

come si possono sviluppare  
tecnologie per lettura e scrittura  
di formule?

# Riflessioni didattiche

---

## ***Didattico***

ad esempio:

la differenza di accesso all'informazione come incide sui processi di apprendimento-insegnamento dei contenuti matematici negli studenti con disabilità visive o DSA?

# Riflessioni didattiche

---

## ***Esempio***

$$2 * (a - b)^2$$

il doppio del quadrato della differenza tra a e b

2 per a meno b alla seconda

2 per a meno b elevato a 2

2 per aperta tonda a meno b chiusa tonda elevato a 2

# Sperimentazioni didattiche

---

Obiettivo:

testare l'usabilità del software anche in contesto d'aula/classe di identificare modalità di utilizzo in ottica ***inclusiva***

# Sperimentazioni didattiche

---

## ***Test con studenti e docenti per individuare:***

- interazione dei singoli studenti con il software con raccolte dati di tipo qualitativo come interviste o diari di bordo
- impieghi del software a livello progettuale per una didattica inclusiva (Inclusive Mathematics)

# DIDATTICA: «CASSETTA DEGLI ATTREZZI»

- Materiale didattico
- Libri di testo
- Video di lezioni
- Software
- Prove di valutazione
- Piattaforme e-learning

# LE FORMULE

Scrittura a mano



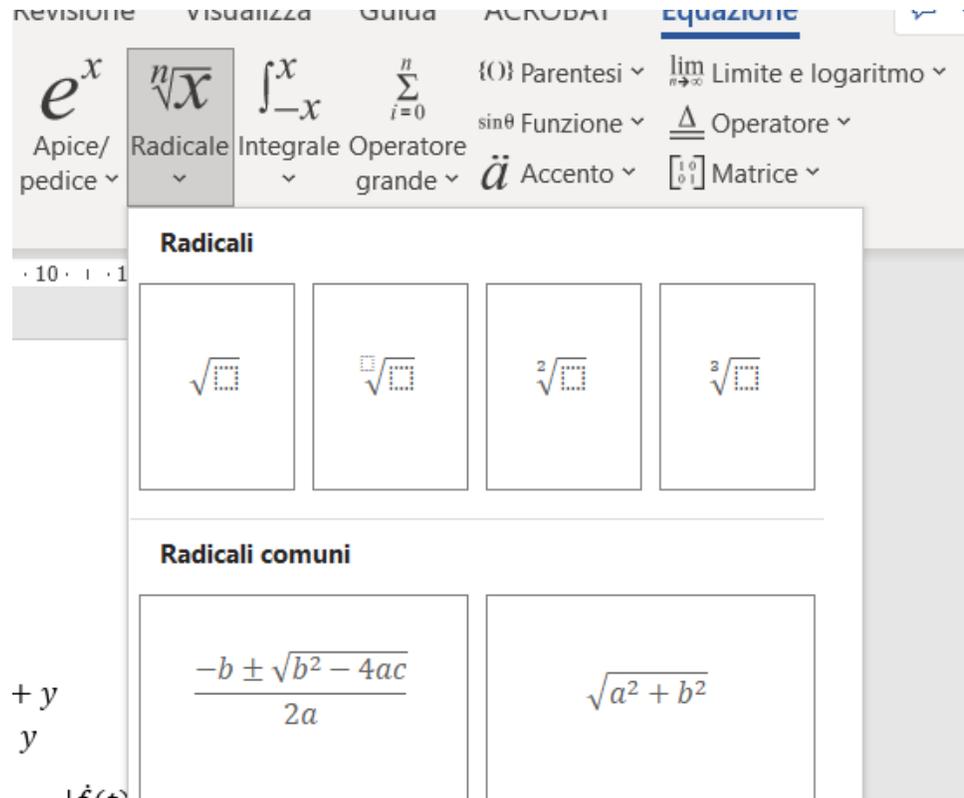
digitale

$$\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a},$$

$$\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

# Soluzioni

## Bottoni



## Codifica

$$X^2 + \text{sqrt}(5) + 1/2$$



# LATEX COME SOLUZIONE INCLUSIVA

## MOOC

*“Accessibilità delle STEM:  
pratiche didattiche e tecnologiche per  
non vedenti”*

## PROGETTO PCTO:

*“Studenti e studentesse ambasciatori della  
matematica accessibile”*

# GRAFICI E IMMAGINI

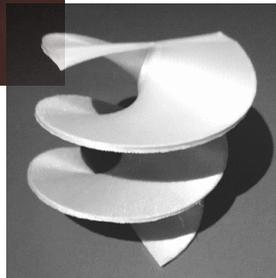
Stampanti in rilievo

Stampanti 3D

«Fornetto» (Picture in a Flash)

Piano di gomma

# GRAFICI E IMMAGINI



# GRAFICI E IMMAGINI: SOLUZIONI DIGITALI

Audiofunctions.web:

<http://www.integr-abile.unito.it/audiofunctions.web/>

<https://www.youtube.com/watch?v=P97zRpyrCDY>

# ALTRE SOLUZIONI DIGITALI

Desmos : applicazione web accessibile.  
Interagisce con sintesi vocale.

Grafici di funzione.

(Alt+t per descrizione sonora)

# ALTRE SOLUZIONI DIGITALI

## SAS Graphics Accelerator :

applicazione web accessibile. Interagisce con sintesi vocale.

Analisi di dati.

# NOVAGRAPHS

## (Non-Visual Access to Graphical Structures)

Accessibilità di strutture grafiche complesse (tabelle, diagrammi entità-relazione, diagrammi UML, alberi, grafi, circuiti...)

Soluzione software per produrre in modo semi-automatico descrizioni testuali navigabili in modo interattivo con comando vocale di tali strutture.

# GRAFICI E IMMAGINI – ESPERIENZE LABORATORIALI : IL FUTURO

Tecnologie tattili, aptiche e di realtà aumentata permettono di creare nuovi modelli di interazione multimodale

Dispositivi aptici con ritorno di forza

Visori di realtà mista o aumentata

# VIDEO DI LEZIONI

- Video di lezioni non sono accessibili: servono trascrizione e sottotitoli
- Gli attuali sistemi di trascrizione automatica non gestiscono le formule

# PAROLE VS FORMULE: AMBIGUITÀ

a fratto b  
più uno



$$\frac{a}{b + 1}$$

$$\frac{a}{b} + 1$$

# PAROLE VS FORMULE: PROLISSITÀ

A per T alla N deve appartenere a A di T per ogni A appartenente a A e N appartenente a N

$$at^n \in A[t] \text{ for all } a \in A, n \in \mathbb{N}$$

$$at^n \in A[t] \forall a \in A, n \in \mathbb{N}$$

# VOICEMATH

Sistema per la trascrizione di lezioni «con formule»

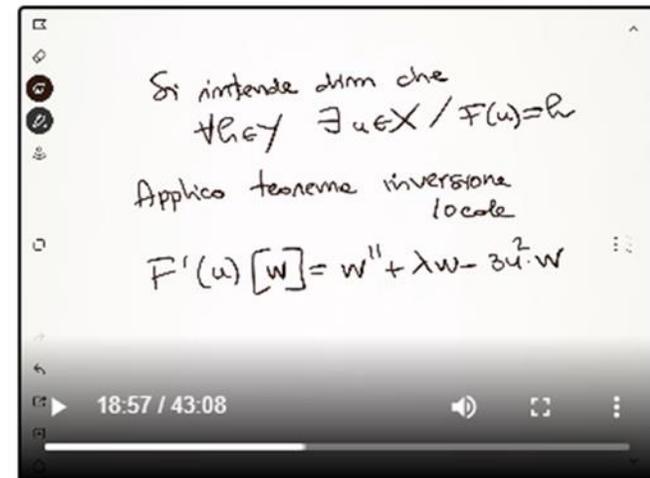


Laboratorio Polin

---

# VOICEMATH

Input: video + pdf  
Riconoscimento vocale + OCR per  
formule  
Applicazione web



# OUTPUT FINALE: FILE LATEX

Quindi in particolare dal punto 1 troviamo che ogni espressione della forma  $A$  per  $T$  alla  $N$  deve appartenere a  $A$  di  $T$  per ogni  $A$  appartenente a  $A$  e  $N$  appartenente a  $N$ .

Quindi in particolare dal punto 1 troviamo che ogni espressione della forma

$$\{ a t^n \in A[t] \mid \forall a \in A, n \in \mathbb{N} \}$$

# SPERIMENTAZIONE

VoiceMath unito.it Cartella Google Drive  UNIVERSITÀ DI TORINO

**SELEZIONA UN FILE AUDIO O VIDEO**

algebra2\_terracini\_2019\_28min.mp4

**SELEZIONA UNO O PIÙ FILE PDF**

algebra\_2\_terracini\_2019.pdf

INIZIA NUOVA ELABORAZIONE

Elaborazioni totali: 2 < 1 >

✓ COMPLETED 2

**VIDEO CARICATO**  
algebra2\_terracini\_2019\_28min.mp4

**PDF CARICATI**  
▶ algebra\_2\_terracini\_2019.pdf

START EDITING

3 weeks ago

✓ COMPLETED 1

**VIDEO CARICATO**  
algebra2\_terracini\_2019\_28min.mp4

**PDF CARICATI**  
▶ algebra\_2\_terracini\_2019.pdf

START EDITING

3 weeks ago

Università degli Studi di Torino - Via Verdi, 8 - 10124 Torino  
P.I. 02099550010 - C.F. 80088230018 - IBAN: IT0770306909217100000046985

© Laboratorio Polin - Dipartimento di Matematica "G. Peano"

# RICONOSCIMENTO VOCALE : INTERAZIONE

- Dettatura e comando vocale per disabili motori
- Le persone con disabilità motorie traggono numerosi vantaggi dalle applicazioni con interazione vocale

# SPEECHMATE

- dettare espressioni matematiche in italiano;
- semplificare le espressioni matematiche attraverso la voce.

# SPEECHMATE

- Trasforma espressioni matematiche lette a voce in LaTeX, un linguaggio per rappresentare la matematica in forma digitale;
- mostra l'espressione matematica dettata in un editor;
- permette la modifica dell'espressione nell'editor mediante semplici comandi vocali.

The image shows a composite view of three windows. On the left is a web browser at localhost:8080 displaying the PolinSpeech interface with a green bar that says "Speak now. Math mode!". In the center is a LaTeX editor window titled "document2.tex" showing code for a document class, title, author, abstract, and section. On the right is a PDF viewer showing a page with the date "April 7, 2020" and the word "Abstract".

```
document2.tex X
\documentclass[article]
%opening
\title{}
\author{}
\begin{document}
\maketitle
\begin{abstract}
\end{abstract}
\section{}
\end{document}
```



Laboratorio Polin

IL  
LABORATORIO "S. POLIN"  
VI RINGRAZIA PER L'ATTENZIONE!

      
Integr-abile

- Dipartimento di Matematica "G.Peano" Università di Torino



DIPARTIMENTO  
DI MATEMATICA  
GIUSEPPE PEANO  
UNIVERSITÀ DI TORINO