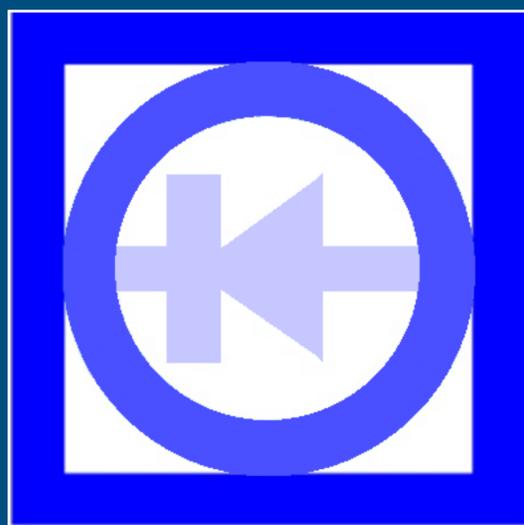




Laboratorio Polin  
Dipartimento di Matematica «G. Peano»  
Università degli Studi di Torino

# VoiceMath e SpeechMatE - L'intelligenza artificiale supporta l'accesso ai contenuti scientifici: due progetti innovativi del Laboratorio Polin

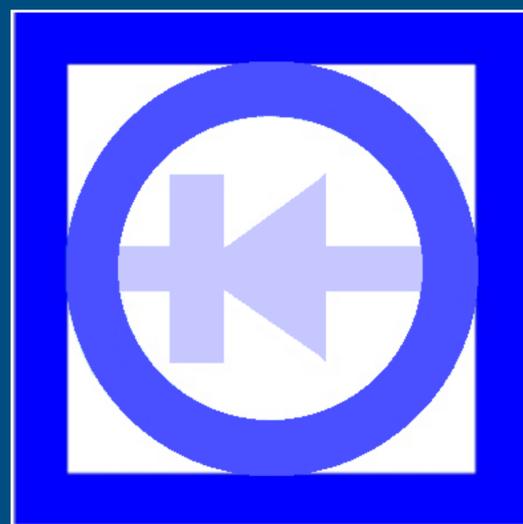


Associazione Disabili  
Visivi - APS-ETS

Tiziana Armano - 1



Laboratorio Polin  
Dipartimento di Matematica  
«G. Peano»  
Università degli Studi di  
Torino



Associazione Disabili  
Visivi - APS-ETS

# LABORATORIO "S. POLIN "

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

Responsabile scientifica Prof.ssa Anna Capietto



Dipartimento di Matematica "G.Peano" Università di Torino



DIPARTIMENTO  
DI MATEMATICA  
GIUSEPPE PEANO  
UNIVERSITÀ DI TORINO

Tiziana Armano - 2



Laboratorio Polin  
Dipartimento di Matematica  
«G. Peano»  
Università degli Studi di  
Torino

# VoiceMath: quale esigenza ?

## Accessibilità dei video di lezioni universitarie con formule

e elevato a x più uno

$$e^{x+1}$$

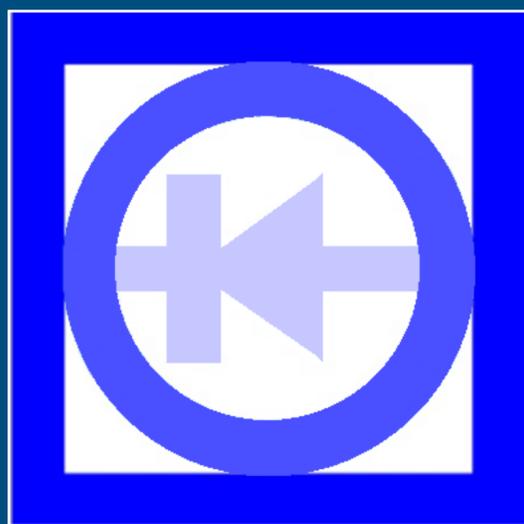
$$e^{x+1}$$

**AMBIGUITÀ**

$$(a_0 - b_0) + (a_1 - b_1)t + \dots + (a_m - b_n)t^h = 0$$

Aperta tonda a zero meno b  
zero chiusa tonda più a uno  
meno b uno chiusa tonda per t  
più...

**VERBOSITÀ**

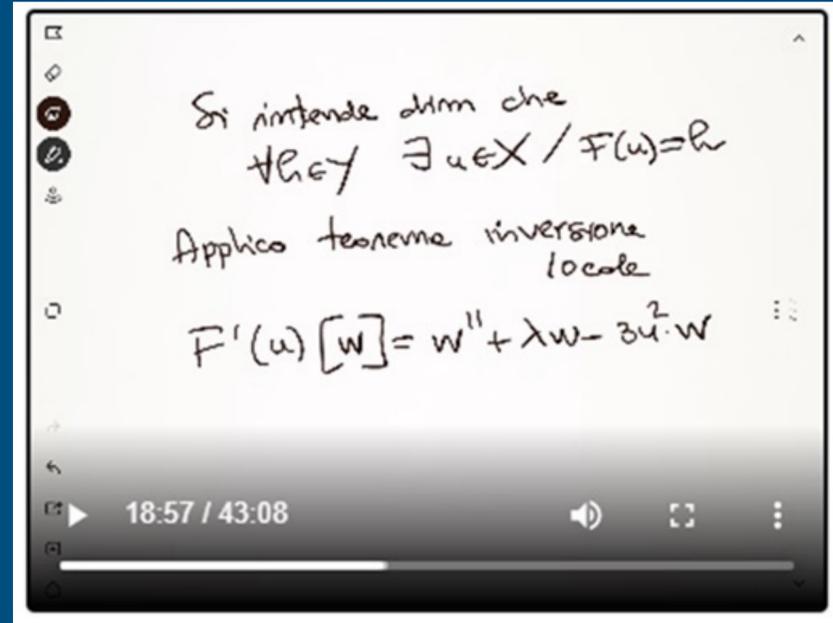


Associazione Disabili  
Visivi - APS-ETS

Tiziana Armano - 3



Laboratorio Polin  
 Dipartimento di Matematica  
 «G. Peano»  
 Università degli Studi di  
 Torino



**Input: audio / video  
 + pdf**

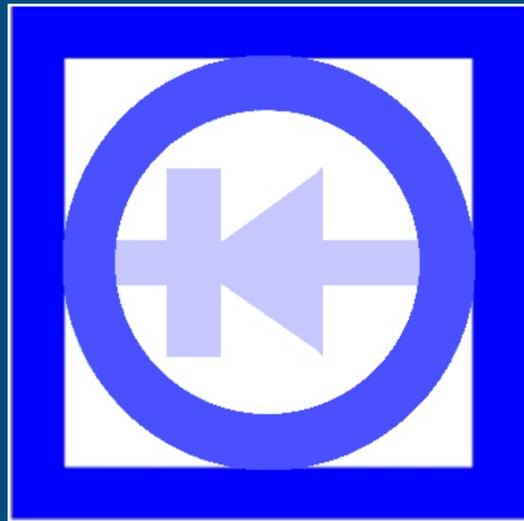
Si intende dim che  
 $\forall h \in Y \exists u \in X / F(u)=h$

Si intende dim che  
 $\forall h \in Y \exists u \in X / F(u) = h$

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

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

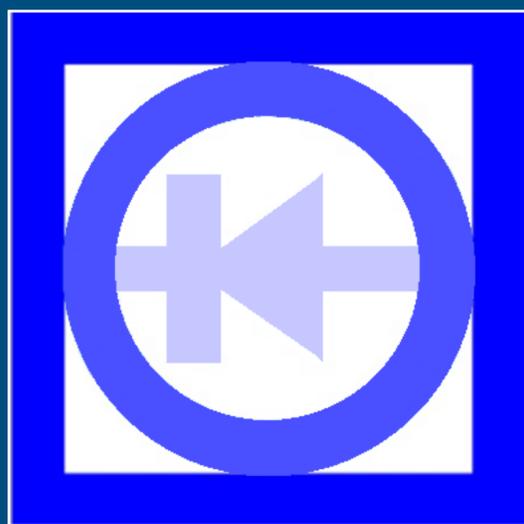
**Output  
 accessibile:  
 Latex**



Associazione Disabili  
 Visivi - APS-ETS



Laboratorio Polin  
Dipartimento di Matematica  
«G. Peano»  
Università degli Studi di  
Torino



Associazione Disabili  
Visivi - APS-ETS

VoiceMath unito.it

Cartella Google Drive UNIVERSITÀ DI TORINO

Elaborazioni totali: 30 < 1 2 3 4 >

**SELEZIONA UN FILE AUDIO O VIDEO**

- LEZIONE 44\_3.mp4
- LEZIONE 44\_5.mp4
- UNO\_lezione43\_3.mp4
- LEZIONE 23 PARTE 2.mp4

**SELEZIONA UNO O PIÙ FILE PDF**

- UNO\_lezione23\_2020\_21.pdf
- UNO\_lezione44.pdf
- UNO\_lezione43.pdf

INIZIA NUOVA ELABORAZIONE

**COMPLETED** 457

**VIDEO CARICATO**  
LEZIONE 43\_1.mp4  
START EDITING DELETE  
6 months ago

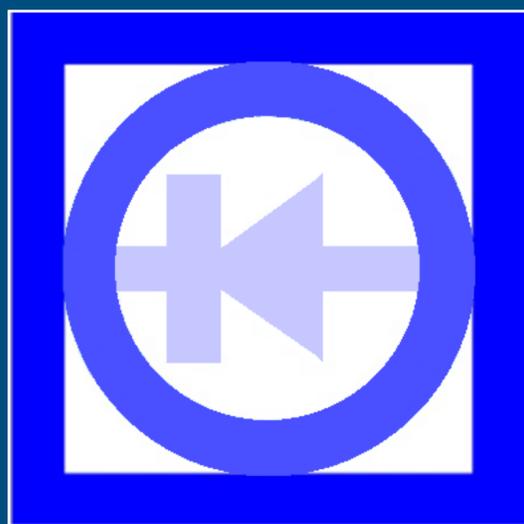
**COMPLETED** 456

**VIDEO CARICATO**  
LEZIONE 44\_3.mp4  
**PDF CARICATI**  
▶ UNO\_lezione43.pdf  
START EDITING DELETE  
6 months ago

**COMPLETED** 434

# Integrabile

Laboratorio Polin  
 Dipartimento di Matematica  
 «G. Peano»  
 Università degli Studi di  
 Torino



Associazione Disabili  
 Visivi - APS-ETS

addirittura non è possibile eliminare l'ipotesi  $F$  di classici uno  
 nemmeno in dimensione finita. Allora come si fa a dire che no una  
 cosa in matematica si pensi a un contro esempio prendiamo  $F$  di  $TX$   
 uguale la funzione definita a pezzi Vale  **$x + x$  alla seconda seno**  
**di 1 su  $x$ ?** seno di 1 su  $x$  per  $x$  diverso da 0 e 0 in 0 e qui  
 siamo diciamo nel confortevole nido dell'analisi 1, diciamo  
 allora. è facile osservare si osserva che  $F$  primo  
 35 \(\ % 00:17 \)\

36 in 0 lo vedete forse anche a occhio quanto fa? La derivata in  
 zero se prendete la funzione meno 0 fratto  $x$  fate il limite del  
 rapporto incrementale viene 1. D'accordo. Quindi con linguaggio

Ottobre6\_AnSup1. < 1 2 3 ... 6 7 8 9 > ^

$$f(x) = \begin{cases} x + x^2 \sin \frac{1}{x} & x \neq 0 \\ 0 & x = 0 \end{cases}$$

Si oss che  $f'(0) = 1$   
 Si oss che  $f$  non è

$f \in C^1(x)$

$$f(x) = \begin{cases} x + x^2 \sin \frac{1}{x} & x \neq 0 \\ 0 & x = 0 \end{cases}$$

di  $x_0 = 0$

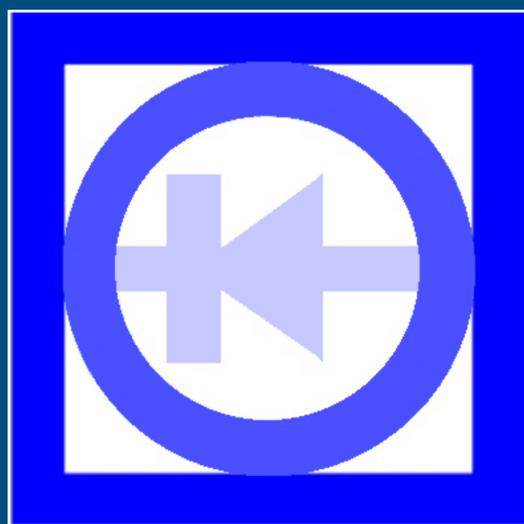
$(df(x))^{-1} \forall x \rightarrow$



Laboratorio Polin  
Dipartimento di Matematica  
«G. Peano»  
Università degli Studi di  
Torino

# Caratteristiche tecniche

- **Speech-to-text** (Google)
- **OCR** per formule (Mathpix)
- **modello di classificazione delle formule**  
Modello di classificazione binaria, addestrato su dati di dominio (dataset è composto da 13 testi di trascrizioni di lezioni matematiche, trascritte e annotate manualmente)  
Fine-tuning del modello sentence transformer multilingua, basato su BERT, approccio SetFit (framework per il few-shot fine-tuning).
- **modello di similarità delle formule**  
Modello che calcola la distanza tra la porzione di testo e la formula trascritta in LaTeX. Le porzioni di testo classificate dal modello precedente vengono ri-analizzate e preprocessate. Preprocessing: revisione e parser di termini specifici del dominio (ad esempio, "meno" in  $< - >$ )  
Calcolo di una metrica di somiglianza tra testo parsificato e formule trascritte in LaTeX.



Associazione Disabili  
Visivi - APS-ETS

Tiziana Armano - 7



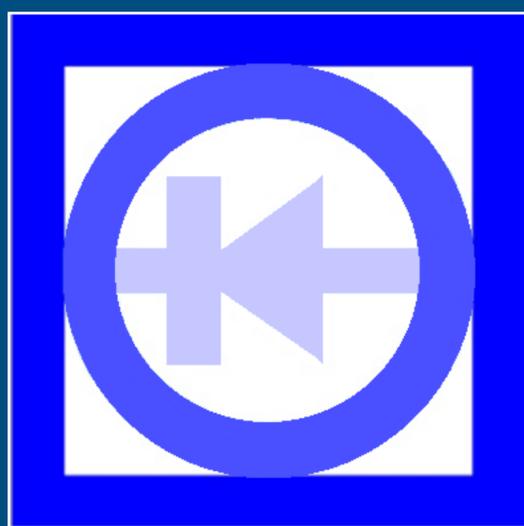
Laboratorio Polin  
Dipartimento di Matematica  
«G. Peano»  
Università degli Studi di  
Torino

# Da prodotto della ricerca a servizio

VoiceMath è un servizio di Ateneo:

- ✓ sviluppo di funzionalità relative alla gestione multi-utente
- ✓ supporto per una coda di elaborazioni
- ✓ integrazione con il sistema single sign-on di Ateneo
- ✓ potenziamento dell'infrastruttura
- ✓ filiera di supporto che prevede la predisposizione di manualistica, un canale di contatto e il censimento degli utenti abilitati all'applicativo, in modo da raggiungerli per comunicazioni di servizio (manutenzioni, disservizi, ecc.).

Il progetto è servizio di Ateneo a supporto dell'obiettivo del Piano Strategico 2021-2026 rispetto all'inclusività, un riferimento al servizio è stato anche incluso negli Obiettivi di Accessibilità per l'Ateneo per l'anno 2022.



Associazione Disabili  
Visivi - APS-ETS

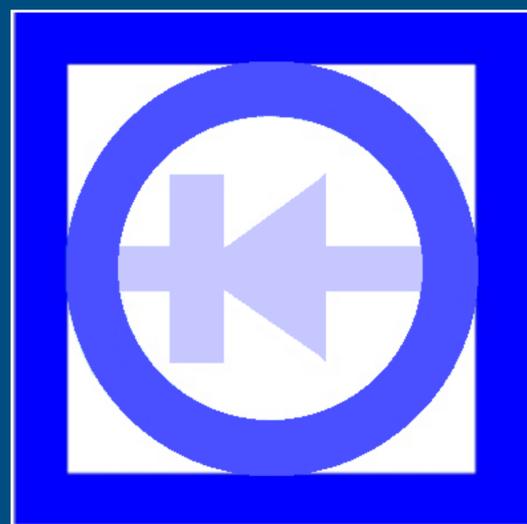
Tiziana Armano - 8



Laboratorio Polin  
Dipartimento di Matematica  
«G. Peano»  
Università degli Studi di  
Torino

# SpeechMatE (Speech-Driven Mathematical Editor)

Come possono le persone con disabilità motorie agli arti superiori, permanenti o temporanee, affrontare in autonomia la risoluzione di problemi matematici?



Associazione Disabili  
Visivi - APS-ETS

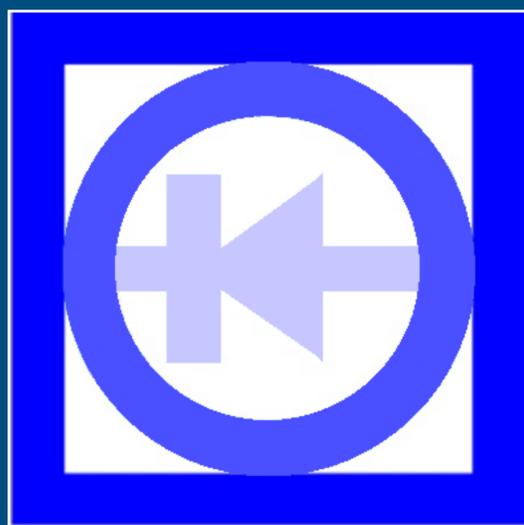
Tiziana Armano - 9



Laboratorio Polin  
Dipartimento di Matematica  
«G. Peano»  
Università degli Studi di  
Torino

# SpeechMatE (Speech-Driven Mathematical Editor)

L'atto di scrivere espressioni matematiche coinvolge abilità motorie, visive e specifiche funzioni semiotiche, come l'uso e la gestione di simboli e rappresentazioni. Le persone con disabilità o disordini motori agli arti superiori, con disabilità visive o con DSA incontrano difficoltà nella scrittura della matematica.



Associazione Disabili  
Visivi - APS-ETS

Tiziana Armano - 10

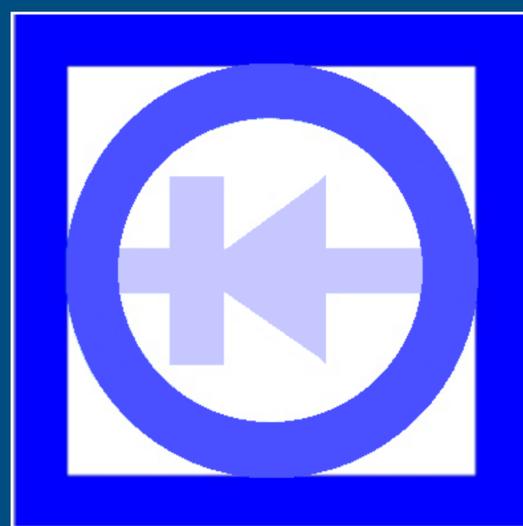


Laboratorio Polin  
Dipartimento di Matematica  
«G. Peano»  
Università degli Studi di  
Torino

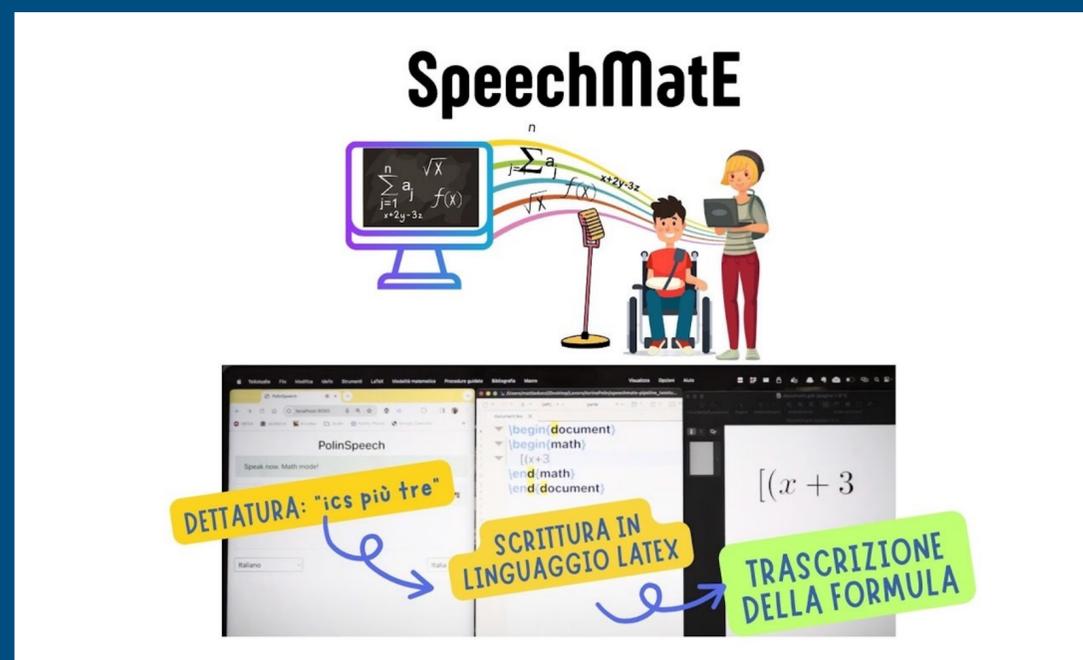
# SpeechMatE (Speech-Driven Mathematical Editor)

dettatura, modifica e navigazione

di formule matematiche basata su funzionalità di interazione vocale con riscontro visivo e vocale in lingua italiana



Associazione Disabili  
Visivi - APS-ETS



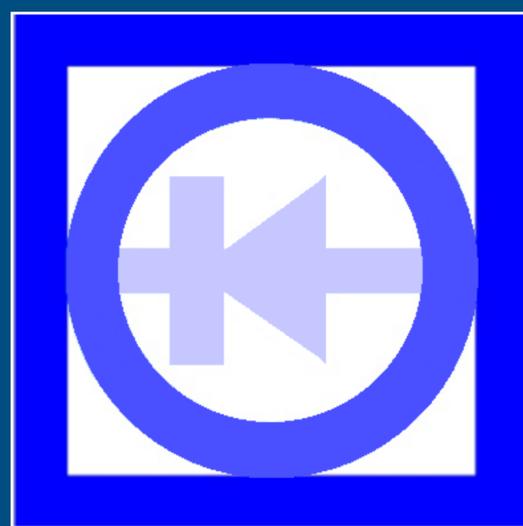
Tiziana Armano - 11



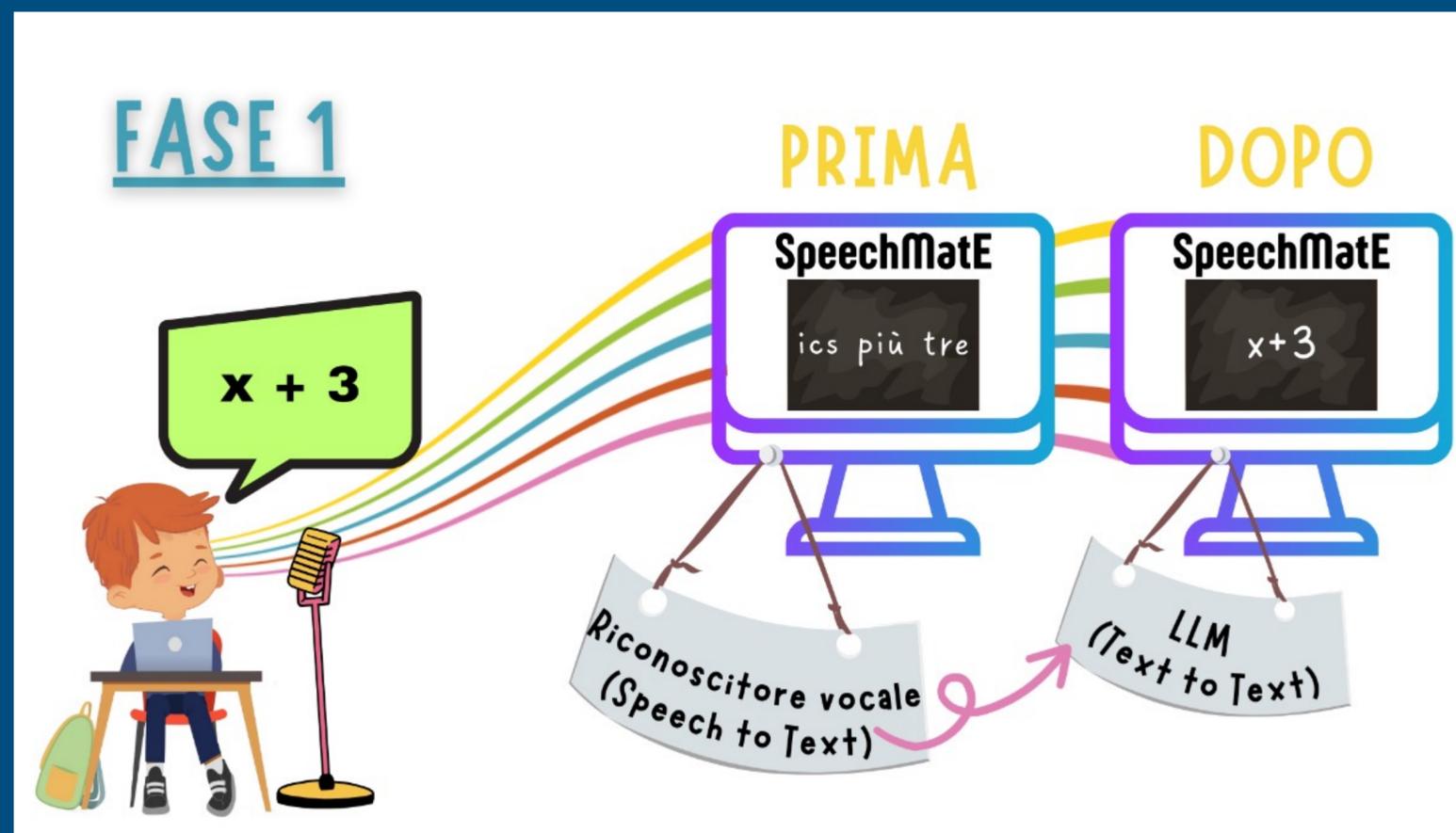
# SpeechMatE – Fase 1

LLM per migliorare il riconoscimento vocale: da ics più tre a  $x + 3$

Laboratorio Polin  
Dipartimento di Matematica  
«G. Peano»  
Università degli Studi di  
Torino



Associazione Disabili  
Visivi - APS-ETS



Tiziana Armano - 12

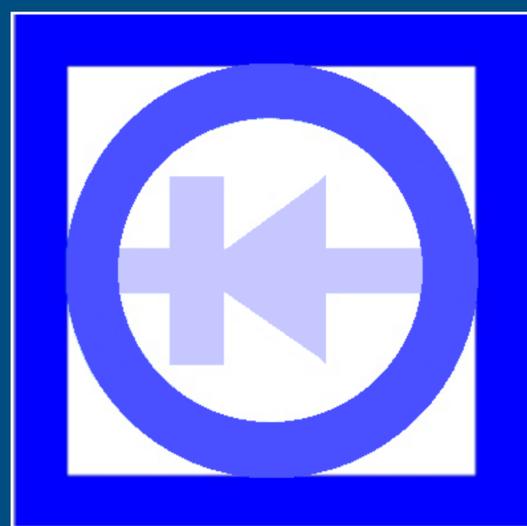
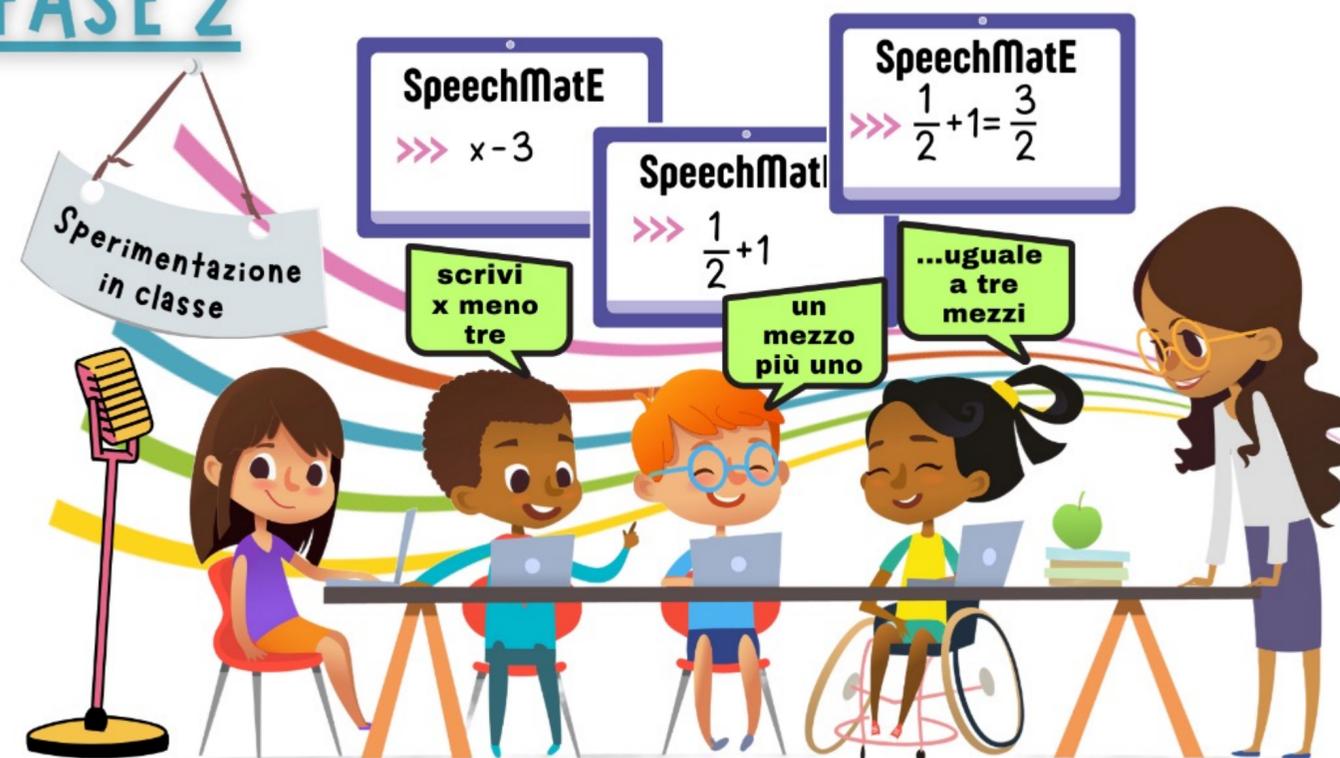


# SpeechMatE – Fase 2

## Sperimentazione in classe

Laboratorio Polin  
Dipartimento di Matematica  
«G. Peano»  
Università degli Studi di  
Torino

**FASE 2**



Associazione Disabili  
Visivi - APS-ETS

Tiziana Armano - 13



Laboratorio Polin  
Dipartimento di Matematica  
«G. Peano»  
Università degli Studi di  
Torino

# SpeechMatE – Fase 3

## Progettazione e sviluppo del software

### FASE 3

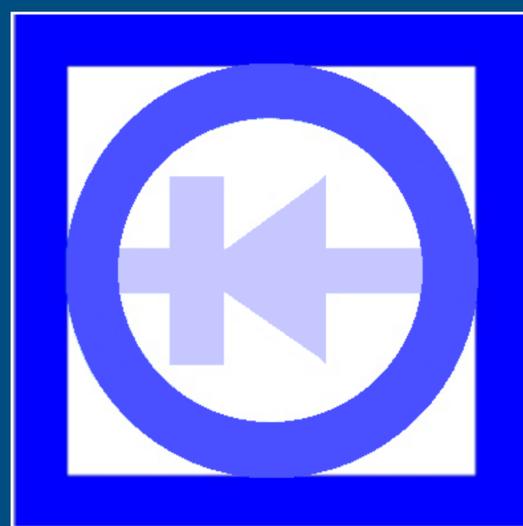
vai al primo addendo del denominatore, cancella a

vai al numeratore, sostituisci tre con a

**SpeechMatE**

$$\frac{\sqrt{3}}{a + b^2} \gggg \frac{\sqrt{3}}{b^2}$$
$$\gggg \frac{\sqrt{a}}{b^2} \gggg$$

Studio in autonomia



Associazione Disabili  
Visivi - APS-ETS

Tiziana Armano - 14



Laboratorio Polin  
Dipartimento di Matematica  
«G. Peano»  
Università degli Studi di  
Torino

# SpeechMatE – esempi

modifica della formula errata del teorema di Pitagora

$$a + b^2 = c^2$$

utente con disabilità motoria:

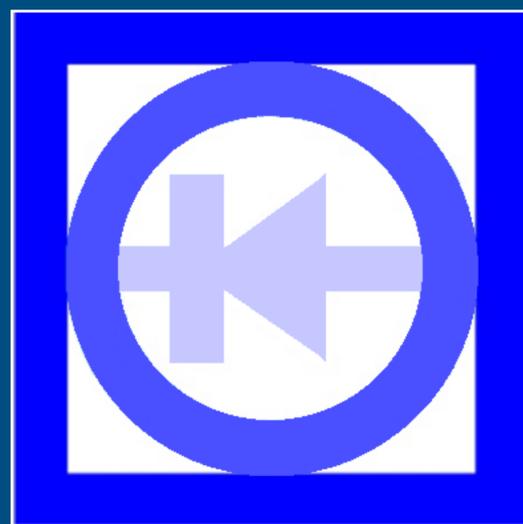
“al primo addendo sostituisci  $a$  con  $a^2$ ”

utente con disabilità visiva (**riscontro vocale**):

“leggi espressione”, con output “ $a$  più  $b$  al quadrato uguale  $c$  al quadrato”

“vai a primo membro”, con output “ $a$  più  $b$  al quadrato”

“primo addendo”, con output “ $a$ ”

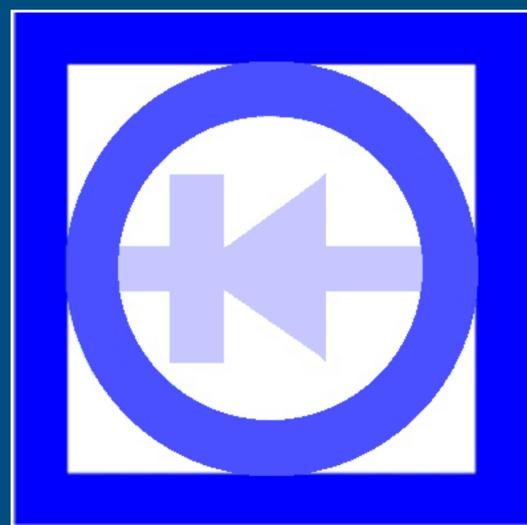


Associazione Disabili  
Visivi - APS-ETS

Tiziana Armano - 15



Laboratorio Polin  
Dipartimento di Matematica  
«G. Peano»  
Università degli Studi di  
Torino



Associazione Disabili  
Visivi - APS-ETS

# SpeechMatE – domande di ricerca

Come gestire l'ambiguità del linguaggio?

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

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

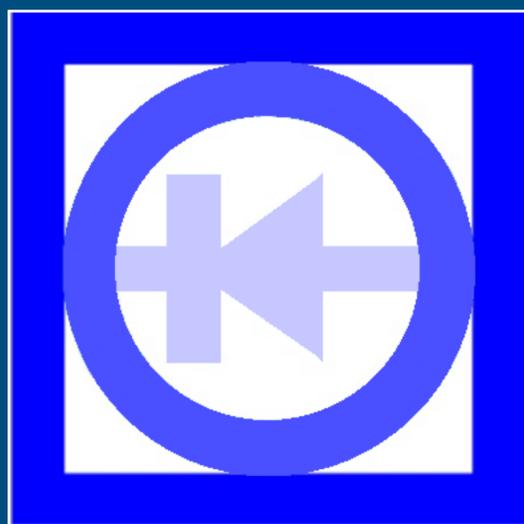
Come implementare le funzionalità di  
modifica?

Quale impatto sull'apprendimento?



# Pensare accessibile è a vantaggio di tutti

Laboratorio Polin  
Dipartimento di Matematica  
«G. Peano»  
Università degli Studi di  
Torino



Associazione Disabili  
Visivi - APS-ETS

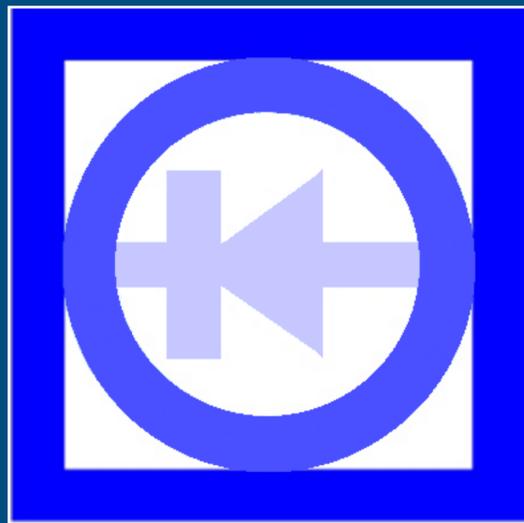


Tiziana Armano - 17



Laboratorio Polin  
Dipartimento di Matematica  
«G. Peano»  
Università degli Studi di  
Torino

# Grazie!!



Associazione Disabili  
Visivi - APS-ETS

Tiziana Armano - 18