



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE



Dipartimento di
Fisica

Dipartimento d' Eccellenza 2023-2027

La scienza dei ~~X~~ del DSA a supporto dell'apprendimento delle STEM

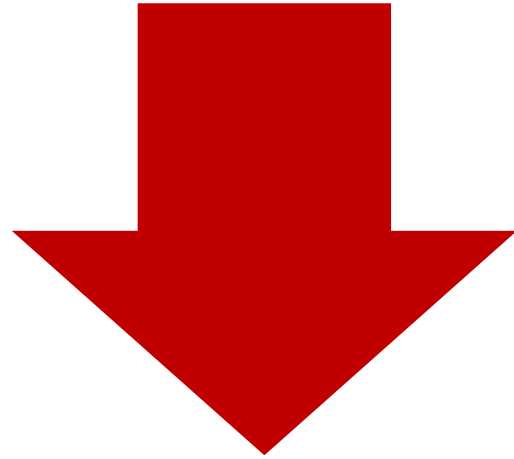
Valentina Bologna

21 febbraio 2024

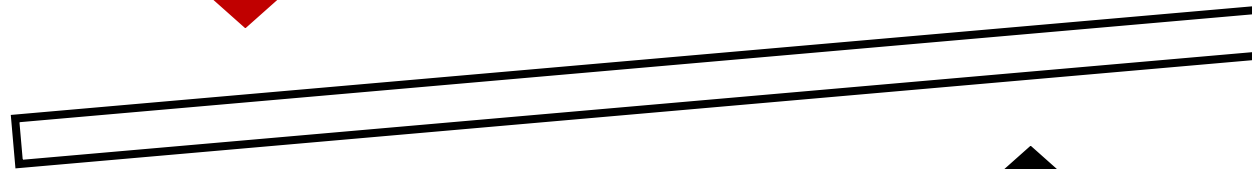


FONDAZIONE
Cassa di Risparmio di Gorizia

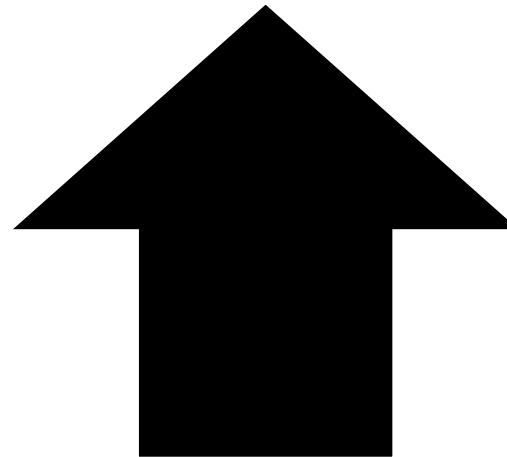




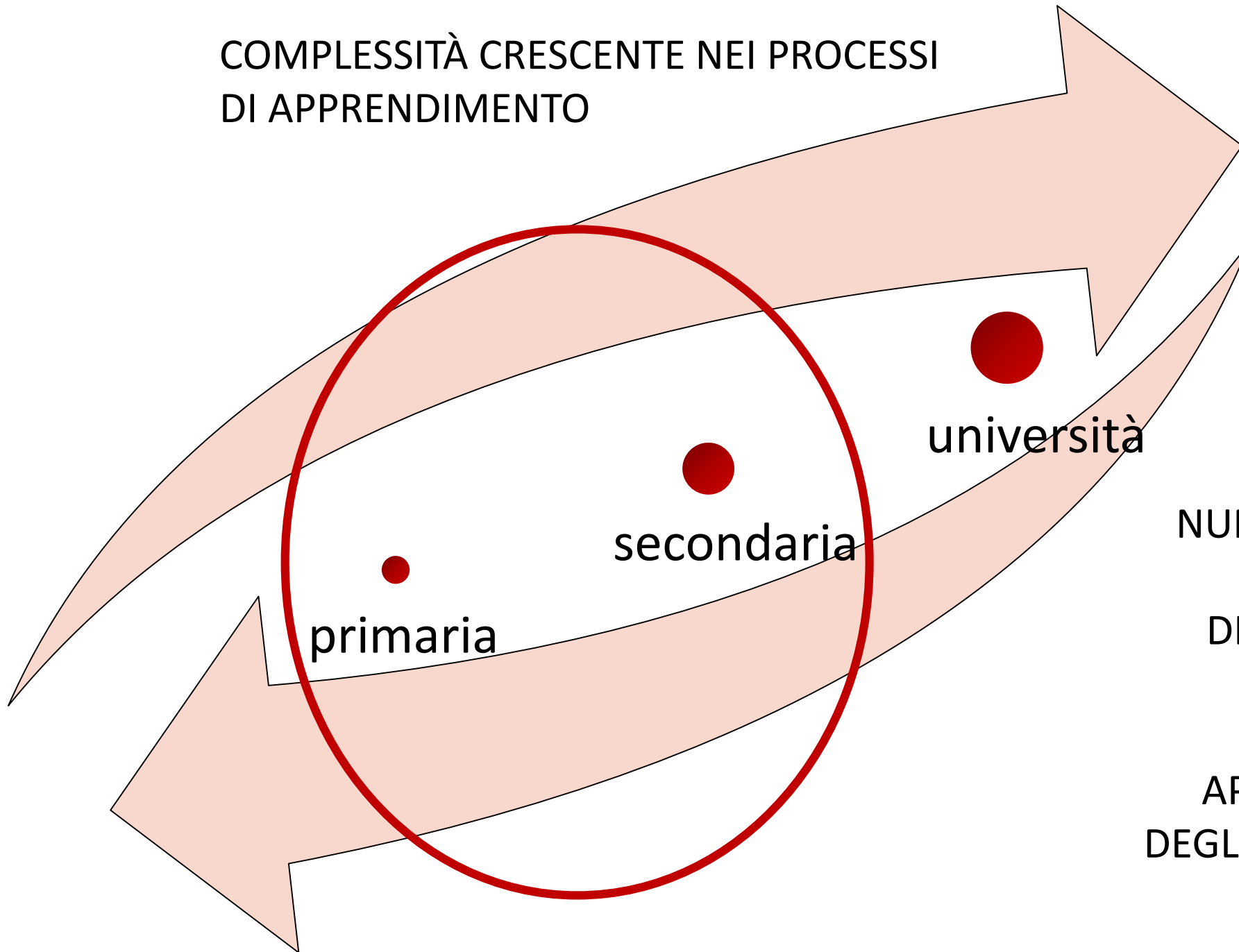
**Neuroscienze e
Scienze Cognitive**



**Didattiche
disciplinari di
area STEM**



COMPLESSITÀ CRESCENTE NEI PROCESSI
DI APPRENDIMENTO



università

secondaria

primaria

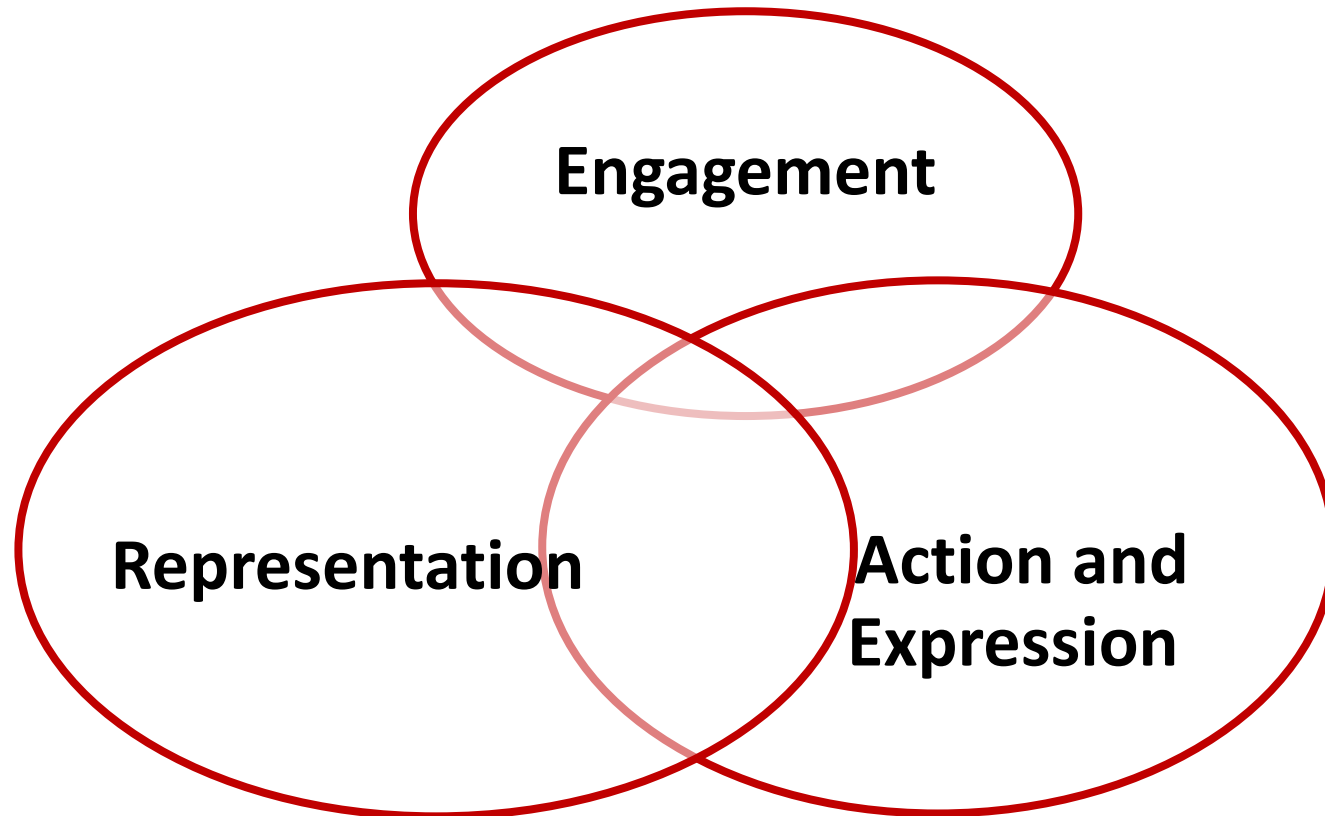
NUMERO LIMITATO
DI RICERCHE
DIDATTICHE NELLO
STUDIO DEI
PROCESSI DI
APPRENDIMENTO
DEGLI STUDENTI DSA
UNIVERSITARI

Quale quadro di riferimento?

Universal Design for Learning (UDL)

UDL provides a learning framework to actual change the learning environment for students with disabilities

(Fovet, Mole, Jarrett & Syncox, 2014)



Universal Design for Learning Guidelines

Provide multiple means of **Engagement** →

Affective Networks
The "WHY" of learning



Provide multiple means of **Representation** →

Recognition Networks
The "WHAT" of learning



Provide multiple means of **Action & Expression** →

Strategic Networks
The "HOW" of learning



Provide options for **Recruiting Interest** (7) →

- Optimize individual choice and autonomy (7.1) >
- Optimize relevance, value, and authenticity (7.2) >
- Minimize threats and distractions (7.3) >

Provide options for **Perception** (1) →

- Offer ways of customizing the display of information (1.1) >
- Offer alternatives for auditory information (1.2) >
- Offer alternatives for visual information (1.3) >

Provide options for **Physical Action** (4) →

- Vary the methods for response and navigation (4.1) >
- Optimize access to tools and assistive technologies (4.2) >

Access

Universal Design for Learning Guidelines

Build

Provide options for

Sustaining Effort & Persistence (8)



- Heighten salience of goals and objectives (8.1) >
- Vary demands and resources to optimize challenge (8.2) >
- Foster collaboration and community (8.3) >
- Increase mastery-oriented feedback (8.4) >

Provide options for

Language & Symbols (2)



- Clarify vocabulary and symbols (2.1) >
- Clarify syntax and structure (2.2) >
- Support decoding of text, mathematical notation, and symbols (2.3) >
- Promote understanding across languages (2.4) >
- Illustrate through multiple media (2.5) >

Provide options for

Expression & Communication (5)



- Use multiple media for communication (5.1) >
- Use multiple tools for construction and composition (5.2) >
- Build fluencies with graduated levels of support for practice and performance (5.3) >

Universal Design for Learning Guidelines

Internalize

Provide options for

Self Regulation (9) →

- Promote expectations and beliefs that optimize motivation (9.1) >
- Facilitate personal coping skills and strategies (9.2) >
- Develop self-assessment and reflection (9.3) >

Provide options for

Comprehension (3) →

- Activate or supply background knowledge (3.1) >
- Highlight patterns, critical features, big ideas, and relationships (3.2) >
- Guide information processing and visualization (3.3) >
- Maximize transfer and generalization (3.4) >

Provide options for

Executive Functions (6) →

- Guide appropriate goal-setting (6.1) >
- Support planning and strategy development (6.2) >
- Facilitate managing information and resources (6.3) >
- Enhance capacity for monitoring progress (6.4) >

Goal

Expert Learners who are...

Purposeful & Motivated


Resourceful & Knowledgeable

Strategic & Goal-Directed

REVIEW

Open Access

Universal Design for Learning in postsecondary STEM education for students with disabilities: a systematic literature review

Jillian Schreffler^{1*} , Eleazar Vasquez III¹, Jacquelyn Chini² and Westley James²

Abstract

Universal Design for Learning is not widely used in postsecondary STEM education. The purpose of this review is to synthesize the empirical literature using Universal Design for Learning in postsecondary STEM for all learners. The criteria for this review are (a) empirical literature in (b) peer reviewed journals (c) published 2006. Keywords used were STEM, UDL/UDI/Universal Design, and postsecondary/university/college/higher education. This review identified four studies and three literature reviews that met the search criteria; the analysis of this literature provides a model for how Universal Design for Learning can impact postsecondary STEM in the future, including an increase in inclusive teaching methods and self-advocacy from students with disabilities to recommendations for additional research.

Keywords: STEM, UDL, UDI, Universal Design, Postsecondary

Introduction

Nationally, fewer than 40% of undergraduates who intend to major in a STEM (science, technology, engineering, math) field complete a STEM degree (Olson and Riordan, 2012). Economic projections point to the need for an increase in the number of STEM degrees produced nationally (Olson and Riordan 2012). Many students with disabilities (SWD) are capable of completing STEM degrees and achieving STEM careers. However, many qualified students drop out before completing their college degrees, and individuals with disabilities represent an undertapped population in STEM (Stamp et al., 2014). Diverse learners are capable of becoming talented professionals in STEM, but they need opportunities to develop (Roberts 2010).

Institute of Physics Guide | October 2008

Access for all

A Guide to Disability Good Practice
for University Physics Departments



IOP Institute of Physics

<https://www.iop.org/sites/default/files/2021-03/access-for-all-disability-good-practice-university-2008.pdf>

An Institute of Physics guide | July 2013

Supporting STEM students with dyslexia

A good practice guide for academic staff



IOP Institute of Physics

<https://learningsupportcentre.com/wp-content/uploads/2014/10/Supporting-dyslexia-in-STEM.pdf>



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Teaching and Teacher Education

journal homepage: www.elsevier.com/locate/tate



“I can't tell you what the learning difficulty is”: Barriers experienced by college science instructors in teaching and supporting students with learning disabilities



Neerusha Gokool-Baurhoo*, Anila Asghar

Department of Integrated Studies in Education, McGill University, Education Building, 3700 McTavish Street, Montreal, H3A 1Y2, Quebec, Canada

H I G H L I G H T S

- Studies on instructors' difficulties in teaching students with disabilities are limited.
- This qualitative study employs interviews to explore science instructors' barriers.
- The study reports first-order (external) and second-order (internal) barriers.
- Complex interactions between first-order and second-order barriers are discussed.
- The need for effective professional development models is highlighted.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0742051X17308375>

Buone pratiche nell'insegnamento delle **STEM** a supporto degli studenti **DSA**

Identificando le BUONE PRATICHE in un quadro riferimento teorico di **COGNITIVE PERSPECTIVE**, ovvero nella prospettiva di favorire nello studente lo sviluppo e l'attivazione dei processi cognitivi per un apprendimento significativo

Lezione

A vertical flowchart with three rounded rectangular boxes. The top box is yellow and contains the word 'Lezione'. A light green arrow points downwards from the bottom right of the yellow box to the top right of the middle box. The middle box is blue and contains the word 'Esami'. Another light green arrow points downwards from the bottom right of the blue box to the top right of the bottom box. The bottom box is red and contains the word 'Valutazione'.

Esami

Valutazione

Se basata sulla spiegazione
dei contenuti
del corso

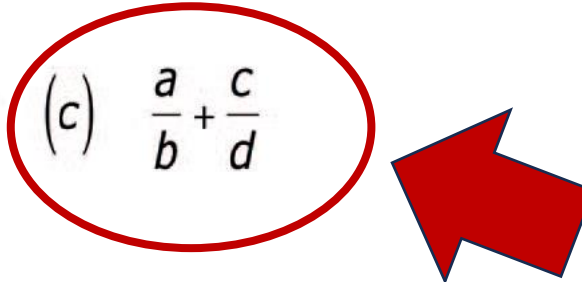
Lezione

- Organizzazione del contenuto (all'inizio della lezione)
- Lavagna o presentazione power-point? Multi-modale
 - Flusso veloce vs Flusso lento delle informazioni
- Tempi della lezione:
 - Flusso continuo vs Flusso alternato di informazioni in diversi linguaggi disciplinari

RAPPRESENTAZIONI MULTIPLE

Lezione

- Scrittura in linguaggio matematico

$$(a) \frac{a}{b} + \frac{c}{d} \quad (b) \ a/b + c/d \quad (c) \ \frac{a}{b} + \frac{c}{d}$$


- Attenzione alla NOTAZIONE

Spesso si utilizzano notazioni diverse per la stessa variabile o concetto e viceversa lo stesso simbolo per variabili diverse. Sarebbe utile sviluppare una certa uniformità tra i moduli e tra le aree disciplinari, in modo da utilizzare la stessa notazione per la stessa variabile o concetto.

Se l'attività didattica è
inquiry-based

Lezione

- Favorisce una gestione del tempo su misura dello studente
- Promuove una modalità di fruizione del contenuto che attiva una pluralità di processi cognitivi (studente non solo ascoltatore)
- Offre la possibilità di lavorare nella costruzione della conoscenza del contenuto attraverso le

RAPPRESENTAZIONI MULTIPLE

**UNA PROVA
PRODOTTO VS PROCESSO**

Esami



Prova
pratica di
laboratorio



Orale



Scritto

Esami

Scritto

- Utilizzo per sostenere la prova degli appunti del corso / formulario/ mappe
- Tipologia dei quesiti:
 - RISPOSTA APERTA (consente di organizzare la conoscenza dei contenuti nella più ampia flessibilità - "dimmi tutto quello che sai")
 - ESERCIZI/PROBLEM SOLVING (anche con richiesta esplicita di utilizzo di RAPPRESENTAZIONI MULTIPLE, favorendo la pluralità delle rappresentazioni che consentono allo studente di esplicitare e utilizzare i concetti appresi)
- Offrire la possibilità di scegliere quali esercizi sostenere nella prova scritta e quali affrontare in modalità orale (a conclusione della prova scritta, se il tempo aggiuntivo non è stato sufficiente per lo svolgimento della stessa).

NO QUESITI A RISPOSTA MULTIPLA

Esami

Orale

- All'inizio dell'esame, sottoporre allo studente tutte le domande che gli verranno fatte, promuovendo risposte anche con l'uso di rappresentazioni multiple.
- Offrire allo studente un tempo per riflettere e organizzare le risposte, anche servendosi di uno schema scritto che prepara sul momento e che lo può aiutare nel processo di formulazione della risposta.
- Lasciare allo studente la scelta di ordine di risposta delle domande poste.
- Offrire la possibilità di scegliere in che modo presentare le risposte: alla lavagna, con carta e penna, su dispositivo come tablet/ipad.
- Cercare di non interrompere lo studente durante l'esposizione orale. Nel caso di necessità di intervento per correggere, attendere il completamento del processo espositivo.

Esami

Prova
pratica di
laboratorio

- Favorire l'attività di gruppo
- Favorire processi di insegnamento/apprendimento basati metodologia *inquiry*, piuttosto che sulla acquisizione di procedure operative in attività pratiche
- Offrire la possibilità di far emergere aspetti creativi del pensiero, di organizzazione dei contenuti e di rielaborazione degli stessi

Valutazione

ERRORE

ERROR

MISTAKE

- Used when computers, machines and devices are involved;
- Used when something goes wrong in a process;
- **Inevitable.**

- Used when it's a person that caused the problem;
- It suggests something you could have avoided;
- Involves an accident and for this reason **Evitable.**



Valutazione

Siccome gli sbagli commessi da studenti con Disturbi Specifici dell'Apprendimento in genere dipendono dal Disturbo specifico stesso, nei processi di valutazione vanno considerati con il significato del termine **“error”, ossia INEVITABILI.**

Quali sono da considerare ERRORI?

Forgetfulness errors (errori di dimenticanza)

Signs and inequalities errors (errori di segno e disuguaglianza)

Reversal errors (errori di inversione)

Visual and spacial errors (errori visuo-spaziali)

Computational errors (errori di calcolo)

ERRORI DI DIMENTICANZA

$$f(x-1) = \frac{\sqrt{0}}{-4} = 0 \checkmark$$

$$f'(x) = \frac{\frac{1}{2\sqrt{x^2-1}} \cdot (x^2+2x-3) - (\sqrt{x^2-1})(2x+2)}{(x^2+2x-3)^2} = \frac{x(x^2+2x-3) - (x^2-1)(2x+2)}{\sqrt{x^2-1} \cdot (x^2+2x-3)^2} = \frac{x^2+2x-3-2x^3-2x^2+2x+2}{\sqrt{x^2-1} (x^2+2x-3)^2}$$

$$= \frac{-2x^3 - x^2 + 4x - 1}{\sqrt{x^2-1} (x^2+2x-3)^2}$$

ERRORI DI INVERSIONE

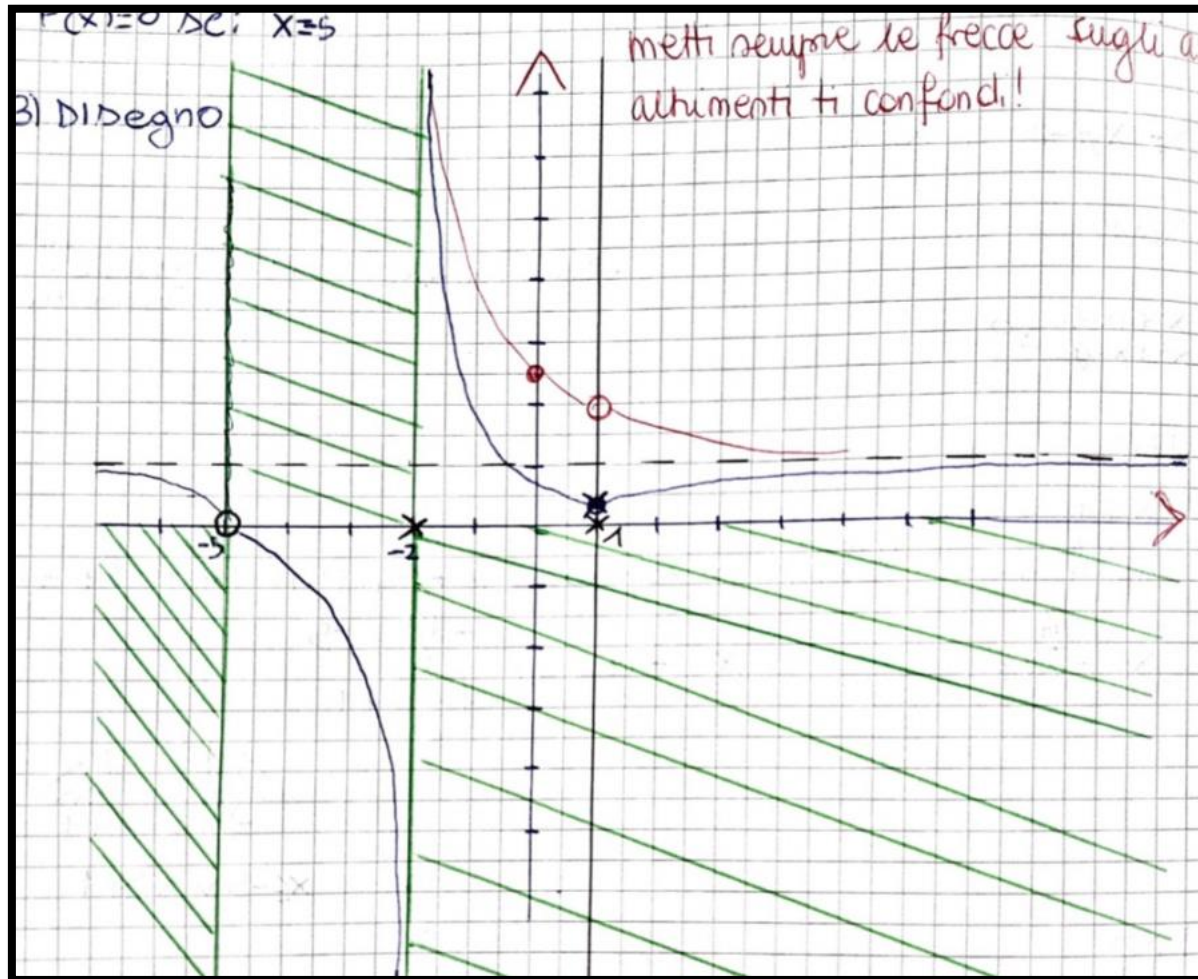
$$f(x) = \frac{3x+5}{2} \rightarrow f(1) = \frac{3(1)+5}{2} = \frac{2}{8}$$

ERRORI DI SEGNO E DISUGUAGLIANZA

$$\rightarrow \frac{2x^2 - 2 - 2x^2 - x}{\sqrt{x^2 - 1}} = \frac{+2 + x}{\sqrt{x^2 - 1} (x^2 - 1)}$$

The image shows a handwritten mathematical derivation on a grid background. On the left, an arrow points to a fraction: the numerator is $2x^2 - 2 - 2x^2 - x$ and the denominator is $\sqrt{x^2 - 1}$. A red checkmark is drawn under the denominator. This is followed by an equals sign and another fraction: the numerator is $+2 + x$ (circled in red) and the denominator is $\sqrt{x^2 - 1} (x^2 - 1)$. The entire right-hand side of the equation is enclosed in a large hand-drawn oval.

ERRORI VISUO-SPAZIALI





CALLIGRAFIA E SCRITTURA IN LINGUAGGIO MATEMATICO

$$7) y = \frac{e^{3x}}{(e^{2x}-1)^2}$$

$$D e^{3x} = 3e^{3x}$$

$$D (e^{2x}-1)^2 = 2(e^{2x}-1) \cdot 2e^{2x} = 4e^{2x}(e^{2x}-1)$$

$$y' = \frac{3e^{3x}(e^{2x}-1)^2 - 4e^{2x}(e^{2x}-1) \cdot e^{3x}}{(e^{2x}-1)^4}$$

$$y' = \frac{e^{3x} \cancel{(e^{2x}-1)} [3(e^{2x}-1) - 4e^{2x}]}{(e^{2x}-1)^{4-1}}$$

$$8) y = \frac{e^{3x}}{(e^{2x}-1)^2}$$

$$D(e^{3x}) = 3e^{3x}$$

$$D(e^{2x}-1)^2 = 2(e^{2x}-1) \cdot 2e^{2x} = 4e^{2x}(e^{2x}-1)$$

$$y' = \frac{3e^{3x}(e^{2x}-1)^2 - 4e^{2x}(e^{2x}-1)e^{3x}}{(e^{2x}-1)^4}$$

$$y' = \frac{e^{3x} \cancel{(e^{2x}-1)} [3(e^{2x}-1) - 4e^{2x}]}{(e^{2x}-1)^{4-1}}$$

DESCRIZIONI IN LINGUAGGIO NATURALE

4) $m_1 \vec{v}_1$ $m_2 \vec{v}_2$ $m_3 \vec{v}_3$ DUE ~~VELOCITÀ~~ NON AVENDO UNA MONTA UNA SIDA POSITIVA?
 m_1 e m_2 CARICHI POSITIVI SECONDO LA REGOLA DELLA MANO DESTRA ✓
MONTA m_2 SEDE A FIANCO DI m_1 ✓

DSA

4.
LE PARTICELLE m_1 E m_3 PRESENTANO UNA CARICA, MENTRE LA PARTICELLA m_2 NO, POICHÉ NON USANTE DEVIAZIONE DEL COME MAGNETICO.
 m_1 ED m_3 POSSIEDONO UNA CARICA POSITIVA PERCHÉ LA DEVIAZIONE OSSERVATA SECONDO LA REGOLA DELLA MANO DESTRA
→ $\left\{ \begin{array}{l} POLICE = \vec{v} \text{ DELLA PARTICELLA} \\ INDICE = \vec{B} \\ POLMO DELLA MANO = \vec{F} \text{ APPLICATO} \end{array} \right.$
SE LE CARICHE AVESSERO AVUTO UNA CARICA NEGATIVA AVREBBERO SUNITO UNA DEVIAZIONE OPPOSTA, SELENDO LA REGOLA DELLA MANO SINISTRA ✓

Valutazione

- Nella valutazione della prova scritta:
 - Se vengono identificati errori tra quelli descritti si suggerisce, prima di assegnare una valutazione alla prova scritta:
 - di **valutare il processo** utilizzato per la risoluzione;
 - di discutere/commentare con lo studente l'esercizio dove l'errore è presente durante la prova orale o in un momento di correzione della prova scritta prima della prova orale.
 - Mantenere il giudizio sospeso della prova scritta fino a conclusione del processo di valutazione, in modo da garantire allo studente di poter svolgere la prova orale anche in presenza di una prova scritta che potrebbe risultare invalidante l'ammissione all'orale.
 - Non considerare l'errore nella determinazione del punteggio da attribuire ad un dato esercizio.
 - Evitare la media aritmetica delle valutazioni tra prova orale e scritta ma considerare sempre con un peso maggiore la prova nella quale lo studente sia risultato maggiormente efficace, o un unico voto al termine del processo di valutazione.

Valutazione

- Nella valutazione della prova orale:
 - Se durante la prova orale viene richiesta oltre all'esposizione orale di contenuti anche la scrittura in linguaggio matematico di relazioni, dimostrazioni e quanto necessario all'esposizione del contenuto richiesto, si suggerisce di valutare il processo che esplicita la conoscenza posseduta dell'argomento e di non considerare nella valutazione eventuali errori nella scrittura.
 - Fare attenzione quando lo studente potrebbe "a voce" esporre correttamente e "scrivere" in modo non corretto.

Contributi alla ricerca dell'apprendimento dei DSA nell'ambito STEM

24/10/22 – 27/10/22 Transform4Europe International Conference-Hackathon for the Innovative Teaching and Learning Methods in Higher Education (INNO-METHODS)

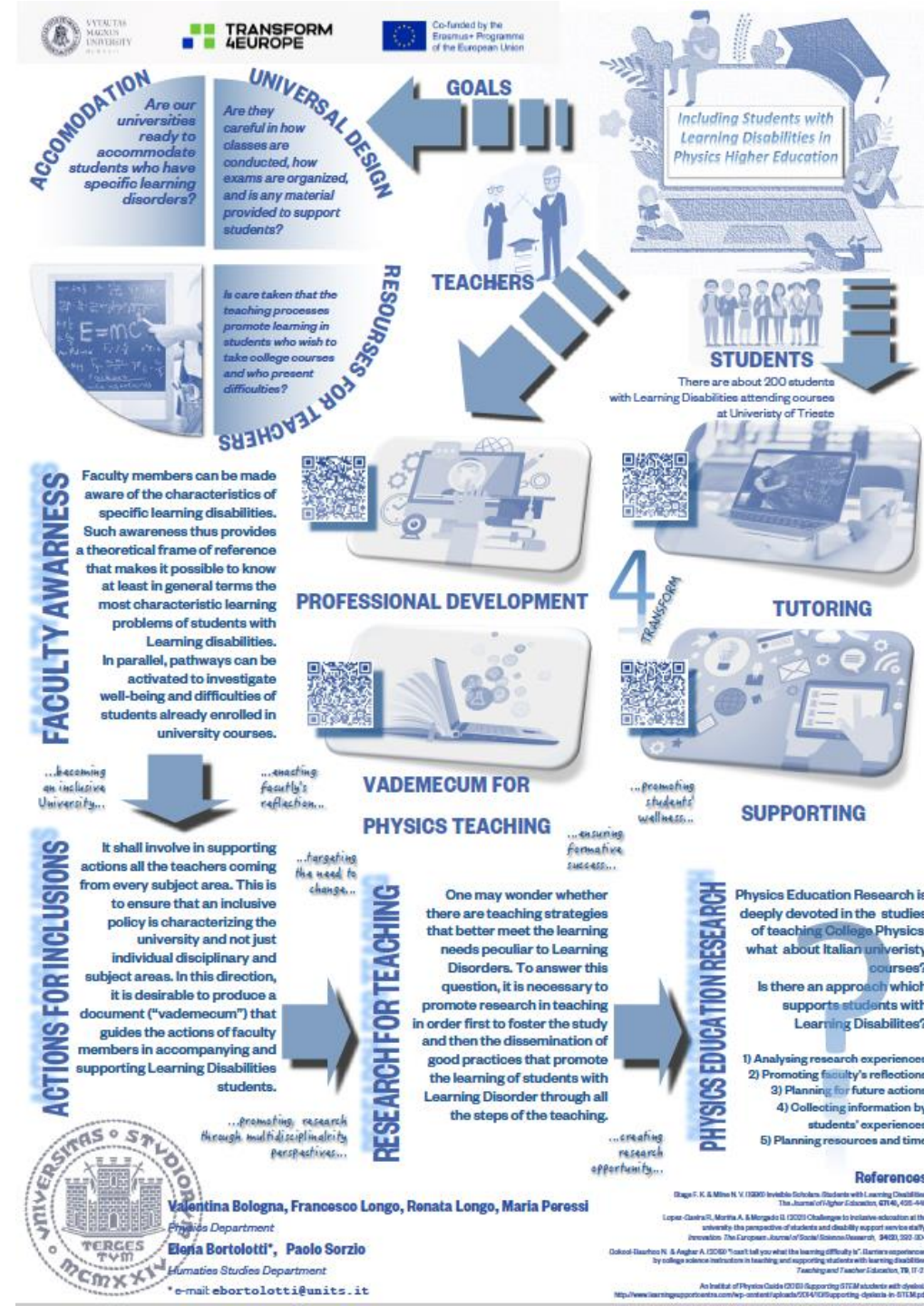
Vytautas (Lithuania), *online*

POSTER Bologna V, Bortolotti E, Longo F, Longo R, Peressi M and Sorzio P, *Including students with learning disorders in Physics Higher Education*

Belluz A., Bologna V., Longo F., Morosini G. and Pelizzoni S.

Specific learning disorders and challenging math achievements: an error analysis on math and physics written tests

In submission



Riferimenti Bibliografici

Basham, J. D., & Marino, M. T. (2013). Understanding STEM education and supporting students through universal design for learning. *Teaching Exceptional Children*, **45(4)**, 8–15.

Brown, J. (2012). The current status of STEM education research. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, **13(5)**, 7.

Fovet, F., Mole, H., Jarrett, T., & Syncox, D. (2014). Like fire to water: building bridging collaborations between disability service providers and course instructors to create user friendly and resource efficient UDL implementation material. *Collected Essays on Learning and Teaching*, **7(1)**, 68–75.

Ge, X., Ifenthaler, D., & Spector, J. M. (Eds.). (2015). *Emerging technologies for STEAM education: Full STEAM ahead*. Springer.

Zach, S., Yazdi-Ugav, O., & Zeev, A. (2016). Academic achievements, behavioral problems, and loneliness as predictors of social skills among students with and without learning disorders. *School Psychology International*, **37(4)**, 378-396.

Center for Applied Special Technology – CAST (2018). Universal Design for Learning Guidelines version 2.2. Retrieved from <http://udlguidelines.cast.org>

Neerusha Gokool-Baurhoo, Anila Asghar, Neerusha Gokool-Baurhoo, Anila Asghar. (2019) “I can't tell you what the learning difficulty is”: Barriers experienced by college science instructors in teaching and supporting students with learning disabilities, *Teaching and Teacher Education*, **79**, 17-27

Kreider Consuelo M. , Medina S. , Lan Mei-Fang , Wu Chang-Yu , Percival Susan S. , Byrd Charles E. , Delislie A. , Schoenfelder D. , Mann William C. (2018). Beyond Academics: A Model for Simultaneously Advancing Campus-Based Supports for Learning Disabilities, STEM Students' Skills for Self-Regulation, and Mentors' Knowledge for Co-regulating and Guiding. *Frontiers in Psychology*, **9**

Zayyad, M. (2019). STEAM Education for students with specific learning disorders. *Research highlights in education and science*, 31-42.

Lytra, N., & Drigas, A. (2021). STEAM education-metacognition–Specific Learning Disabilities. *Scientific Electronic Archives*, **14(10)**.