



Misconcezioni e criticità nel ragionamento sui principi di relatività ed equivalenza nella meccanica classica: un'indagine tramite questionario a scelta multipla.

Società Italiana di Fisica
111° Congresso Nazionale
22-26/09/2025

Alessio Marzari, Andrea Zamboni, Alessandro Salmoiraghi, Massimiliano Malgieri, Pasquale Onorato, Stefano Oss

Perché la Relatività Classica?

Sistema di
riferimento

Principio di
relatività

Principio di
equivalenza

A. Marzari, M. Di Mauro, T. Rosi, P. Onorato e M. Malgieri, «Investigating the Principle of Relativity and the Principle of Equivalence in Classical Mechanics: Design and Evaluation of a Teaching–Learning Sequence Based on Experiments and Simulations,» *Education Sciences*, vol. 13, p. 712, July 2023.

T. K. Mburu, «Developing an Interactive Simulation for Noninertial Reference Frames,» *Journal of Undergraduate Reports in Physics*, vol. 33, January 2024.

S. Küchemann, P. Klein, H. Fouckhardt, S. Gröber e J. Kuhn, «Students' understanding of non-inertial frames of reference,» *Physical Review Physics Education Research*, vol. 16, p. 010112, March 2020.

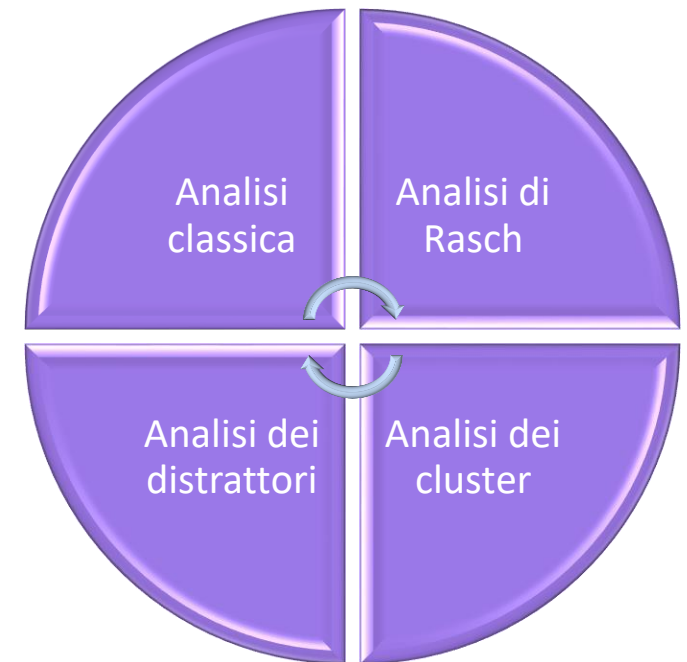
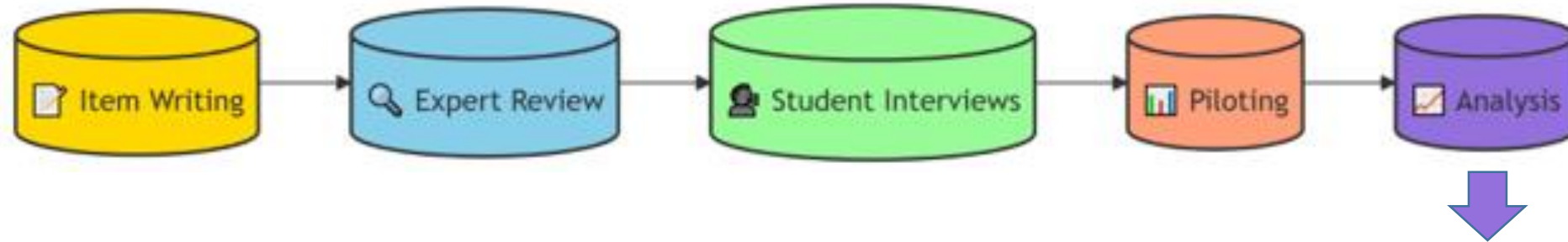
İ. Duman, N. Demirci e A. G. Ç. Şekercioğlu, «University students' difficulties and misconceptions on rolling, rotational motion and torque concepts,» *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, vol. 6, January 2015.

A. Bandyopadhyay, «Students' ideas of the meaning of the relativity principle,» *European Journal of Physics*, vol. 30, p. 1239–1256, September 2009.

Metodologie della ricerca

- Questionario a risposta multipla di 21 quesiti
- Concetti principali:
 - Passaggio fra Sistemi di Riferimento
 - Principio di Relatività e Trasformazioni galileiane
 - Sistemi di riferimento non inerziali e forze apparenti
 - Principio di equivalenza
- Campione: 267 studenti del corso di Fisica dell'Università degli Studi di Trento

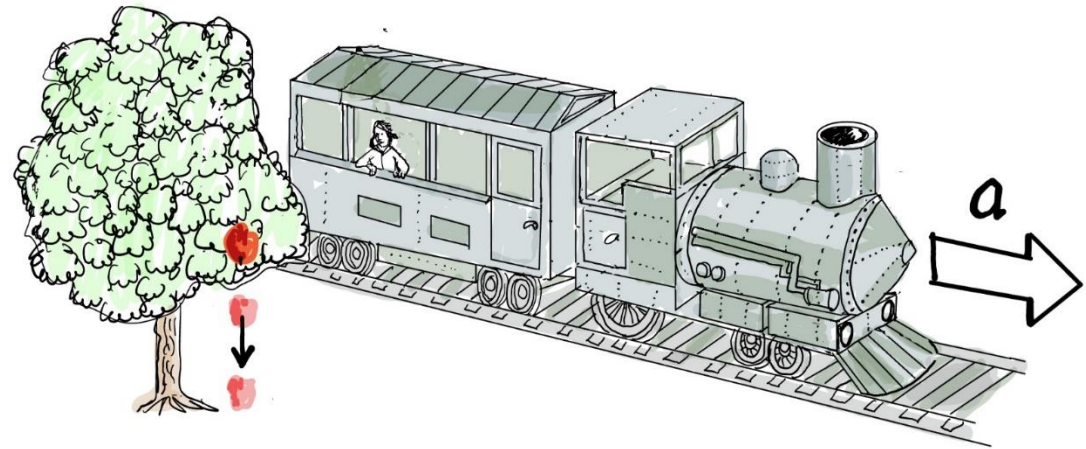
Sviluppo e validazione del questionario



Tipico quesito

Consider a train that begins to move in a straight line with uniform acceleration relative to the ground. Consider a reference system that is fixed to the train, and an observer inside the train, at the window. At the moment the train begins to accelerate, an apple falls from a tree. The observer sees it. From his point of view, i.e. in the reference system integral with the train, the apple moves in:

- A) uniform rectilinear motion
- B) parabolic motion
- C) uniformly accelerated rectilinear motion
- D) it is not possible to answer without knowing whether the acceleration 'a' is greater or less than the gravitational acceleration 'g'.

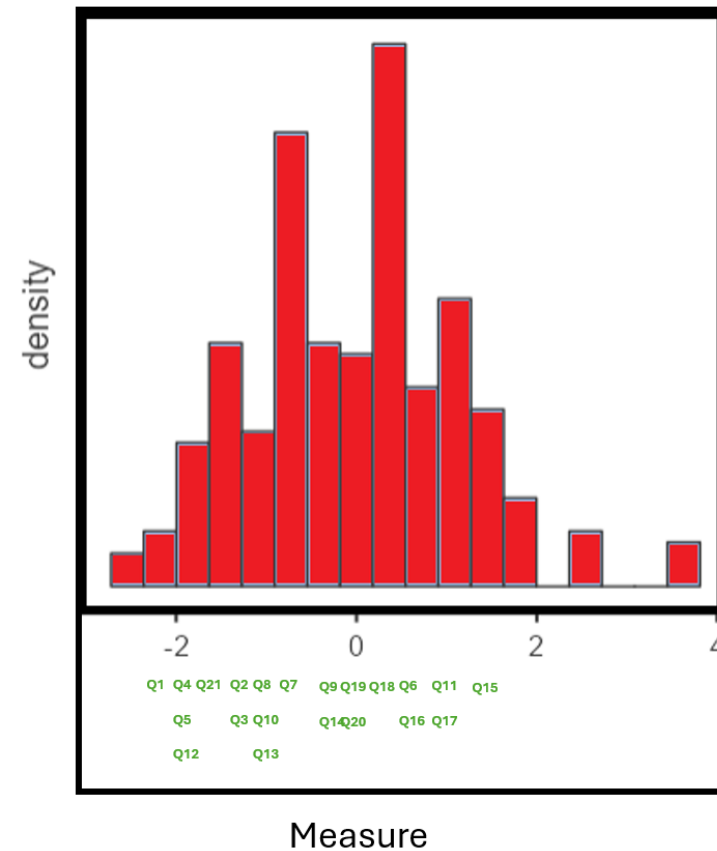


Risultati

Analisi classica

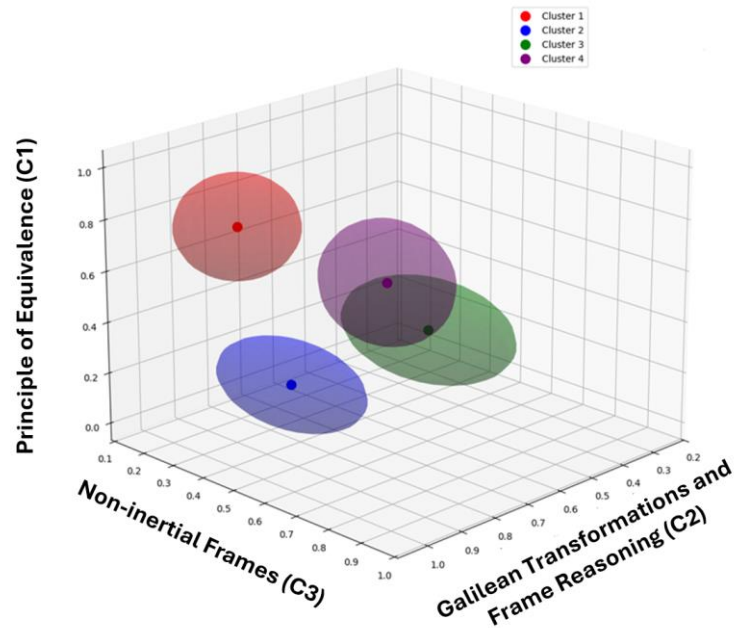
Statistic	CRCI Value	Desired Range
Difficulty index (P)	0.612	0.30–0.90
Discrimination index (D)	0.43	≥ 0.30
Point-biserial coefficient	0.42	≥ 0.20
KR-20 reliability	0.78	≥ 0.70
Ferguson's delta (δ)	0.97	≥ 0.90

Analisi di Rasch



Risultati

Analisi dei cluster



Cluster 1: Comprensione del PoE e delle Trasformazioni Galileiane

Cluster 2: Difficoltà con sistemi non inerziali

Cluster 3: Difficoltà diffuse

Cluster 4: Buona comprensione

Analisi dei distrattori

Rilevate principali difficoltà in:

- Quesiti sui s.d.r. non inerziali (Q6, Q16).
- Quesiti sul principio di equivalenza (Q9, Q17–Q21).

Q. No	A	B	C	D	E
Q1	87	13			
Q2	15	78	1	5	1
Q3	17	4	78	<1	<1
Q4	84	9	1	6	

Estratto della tabella delle risposte degli studenti ai singoli quesiti (in percentuale). In grassetto l'alternativa corretta.

Conclusioni

- Indagini sull'efficacia del CRCI sono in corso;
- La somministrazione rivela difficoltà diffuse fra gli studenti in:
 - Applicazioni del Principio di Equivalenza
 - Sistemi di riferimento non inerziali
- Implicazioni dal punto di vista didattico:
 - Concettualizzare in modo più esplicito i concetti di Principio di Equivalenza e di forza fittizia;
 - Maggior enfasi sui passaggi fra sistemi di riferimento diversi
 - Utilizzare contesti reali per un apprendimento più efficace e significativo