

Interventi didattici volti a superare le concezioni alternative in chimica: una revisione sistematica della letteratura

**Giulia Grotto,
Corso LM in Didattica e Comunicazione delle Scienze Naturali, Università di
Bologna**

**Marco Neviani,
Scuola di Dottorato in Chimica, Dipartimento di Chimica Industriale, Università di
Bologna**

**Sergio Zappoli,
Dipartimento di Chimica Industriale, Università di Bologna**

**Congresso della Divisione di Didattica SCI
07 dicembre 2025**

Introduzione

**Concezioni alternative in chimica:
rappresentazioni mentali non
scientificamente corrette**

- **omogenee**: diffuse tra più studenti
- **persistenti**: resistenti al cambiamento
- in chimica, spesso **di origine scolastica**

Alcuni esempi:

... gli orbitali sono traiettorie ...

... i composti ionici esistono come coppie di ioni ...

... le soluzioni acide non contengono ioni OH^- ...

Domanda di ricerca

**Può la didattica favorire il superamento delle
concezioni alternative?**

E se sì, in che modo?



Contesto

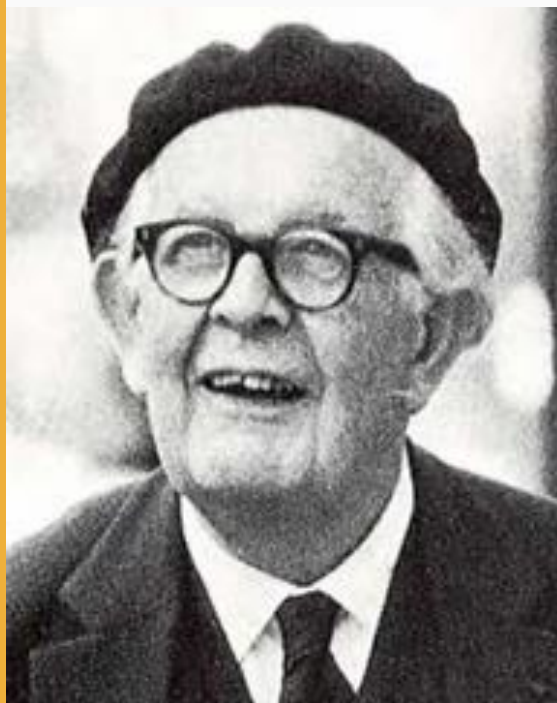


Chemistry Education Research (CER)

- fa parte delle *Discipline Based Education Research (DBER)*
- ha carattere fortemente multidisciplinare

Teorie dell'apprendimento

- la teoria dello sviluppo cognitivo di Piaget
- il cognitivismo
- il paradigma costruttivista
- l'apprendimento come azione sociale: il socio-costruttivismo
- paradigma della “specificità di dominio”



J. Piaget



D. Ausubel



L. Vygotskij

Contesto



Chemistry Education Research (CER)

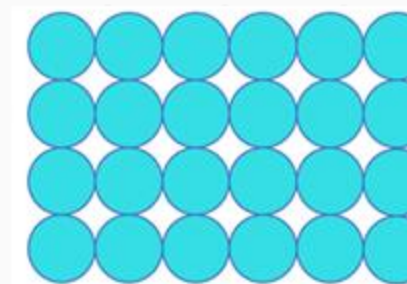
- fa parte delle *Discipline Based Education Research (DBER)*
- ha carattere fortemente multidisciplinare



Epistemologia della chimica

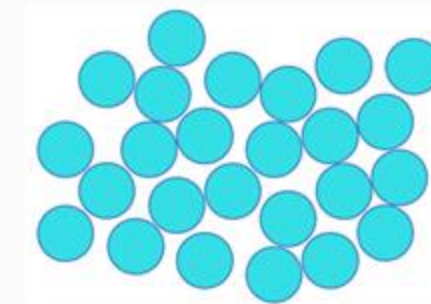
- i tre livelli della chimica (Johnstone)
- il modello particellare della materia

Diamond



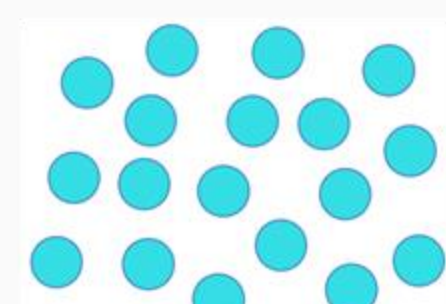
Atoms in a solid

Glass of Juice



Atoms in a liquid

Air



Atoms in a gas

Contesto



Conceptual change. Quali sono i meccanismi della formazione e del cambiamento dei concetti? Quali condizioni favoriscono la ristrutturazione delle conoscenze?

Molti modelli diversi con alcuni punti in comune:

1. la didattica tradizionale non è in grado di promuovere il cambiamento concettuale;
2. attivare esplicitamente le concezioni alternative per sfruttare i conflitti cognitivi.

Cambiamento concettuale "caldo"

- motivazione e emozioni influenzano l'apprendimento



Metacognizione e aspetti regolatori

- la coesistenza di concezioni contrastanti



Obiettivo della ricerca



Analizzare, attraverso una revisione sistematica della letteratura, le caratteristiche metodologiche, i fondamenti teorici e l'efficacia degli interventi didattici volti a superare le concezioni alternative in chimica



Metodologia di ricerca



REVISIONE SISTEMATICA DELLA LETTERATURA

- raccogliere, valutare e sintetizzare l'evidenza disponibile su una domanda di ricerca
- metodologia rigorosa, standardizzata e riproducibile
- fornire una valutazione il più possibile affidabile delle prove disponibili

Metodologia



Domanda di ricerca – PICO framework

- **P**opulation: studenti della scuola secondaria o universitari
- **I**ntervention: interventi didattici volti a superare le misconcezioni in chimica
- **C**omparison: gruppi di controllo o valutazioni basali negli studi pre-post test
- **O**utcomes: efficacia e caratteristiche degli interventi



Strategia di ricerca

- Sviluppo della stringa di ricerca su tre domini principali (“misconceptions”, “chemistry” e “students”)
- Ricerca su 24 database scientifici attraverso il portale ProQuest

Lista dei database

Australia & New Zealand Database
Career & Technical Education Database
Continental Europe Database
East & South Asia Database
East Europe, Central Europe Database
Ebook Central
Education Collection
India Database
International Bibliography of the Social Sciences (IBSS)
Latin America & Iberia Database
Library & Information Science Collection
Materials Science Collection
Middle East & Africa Database
Natural Science Collection
ProQuest Dissertations & Theses Global
Psychology Database
Publicly Available Content Database
Research Library
Science Database
Social Science Database
Sociology Collection
Telecommunications Database
Turkey Database
UK & Ireland Database

Stringa di ricerca

(ABSTRACT((misconception* OR misunderstand* OR "alternat* concept*" OR "frame* concept*" OR "concept* chang*" OR "pre?concept*") AND (chemi*) AND (under? graduate* OR "high school*" OR “secondary” OR student* OR teacher* OR "teaching strat*" OR "universit*" OR "college*" OR “preservice teacher*” OR “prospective teacher*” OR “post?secondary” OR “tertiary”)) OR IF((misconception* OR misunderstand* OR "alternat* concept*" OR "frame* concept*" OR "concept* chang*" OR "pre?concept*") AND (chemi*) AND (under?graduate* OR "high school*" OR “secondary” OR student* OR teacher* OR "teaching strat*" OR "universit*" OR "college*" OR “preservice teacher*” OR “prospective teacher*” OR “post?secondary” OR “tertiary”)) OR SUBJECT((misconception* OR misunderstand* OR "alternat* concept*" OR "frame* concept*" OR "concept* chang*" OR "pre?concept*") AND (chemi*) AND (under? graduate* OR "high school*" OR “secondary” OR student* OR teacher* OR "teaching strat*" OR "universit*" OR "college*" OR “preservice teacher*” OR “prospective teacher*” OR “post?secondary” OR “tertiary”) OR TITLE((misconception* OR misunderstand* OR "alternat* concept*" OR "frame* concept*" OR "concept* chang*" OR "pre?concept*") AND (chemi*) AND (under?graduate* OR "high school*" OR “secondary” OR student* OR teacher* OR "teaching strat*" OR "universit*" OR "college*" OR “preservice teacher*” OR “prospective teacher*” OR “post?secondary” OR “tertiary”))) AND stype.exact("Scholarly Journals" OR "Dissertations & Theses" OR "Reports") AND at.exact("Article" OR "Report" OR "Dissertation/Thesis" OR "Review" OR "Editorial" OR "Undefined" OR "Literature Review" OR "Case Study" OR "Statistics/Data Report") AND la.exact("ENG")

Metodologia



Domanda di ricerca - PICO framework

- **P**opulation: studenti della scuola secondaria o universitari
- **I**ntervention: interventi didattici volti a superare le misconcezioni in chimica
- **C**omparison: gruppi di controllo o valutazioni basali negli studi pre-post test
- **O**utcomes: efficacia e caratteristiche degli interventi



Strategia di ricerca

- Sviluppo della stringa di ricerca su tre domini principali (“misconceptions”, “chemistry” e “students”)
- Ricerca su 24 database scientifici attraverso il portale ProQuest

Lista dei database	Stringa di ricerca
Australia & New Zealand Database Career & Technical Education Database Continental Europe Database East & South Asia Database East Europe, Central Europe Database Ebook Central Education Collection India Database International Bibliography of the Social Sciences (IBSS) Latin America & Iberia Database Library & Information Science Collection Materials Science Collection Middle East & Africa Database Natural Science Collection ProQuest Dissertations & Theses Global Psychology Database Publicly Available Content Database Research Library Science Database Social Science Database Sociology Collection Telecommunications Database Turkey Database UK & Ireland Database	(ABSTRACT((misconception* OR misunderstand* OR "alternat* concept*" OR "frame* concept*" OR "concept* chang*" OR "pre?concept*") AND (chemi*) AND (under? graduate* OR "high school*" OR "secondary" OR student* OR teacher* OR "teaching strat*" OR "universit*" OR "college*" OR "preservice teacher*" OR "prospective teacher*" OR "post?secondary" OR "tertiary")) OR IF((misconception* OR misunderstand* OR "alternat* concept*" OR "frame* concept*" OR "concept* chang*" OR "pre?concept*") AND (chemi*) AND (under? graduate* OR "high school*" OR "secondary" OR student* OR teacher* OR "teaching strat*" OR "universit*" OR "college*" OR "preservice teacher*" OR "prospective teacher*" OR "post?secondary" OR "tertiary")) OR SUBJECT((misconception* OR misunderstand* OR "alternat* concept*" OR "frame* concept*" OR "concept* chang*" OR "pre?concept*") AND (chemi*) AND (under? graduate* OR "high school*" OR "secondary" OR student* OR teacher* OR "teaching strat*" OR "universit*" OR "college*" OR "preservice teacher*" OR "prospective teacher*" OR "post?secondary" OR "tertiary")) OR TITLE((misconception* OR misunderstand* OR "alternat* concept*" OR "frame* concept*" OR "concept* chang*" OR "pre?concept*") AND (chemi*) AND (under? graduate* OR "high school*" OR "secondary" OR student* OR teacher* OR "teaching strat*" OR "universit*" OR "college*" OR "preservice teacher*" OR "prospective teacher*" OR "post?secondary" OR "tertiary")) AND stype.exact("Scholarly Journals" OR "Dissertations & Theses" OR "Reports") AND at.exact("Article" OR "Report" OR "Dissertation/Thesis" OR "Review" OR "Editorial" OR "Undefined" OR "Literature Review" OR "Case Study" OR "Statistics/Data Report") AND la.exact("ENG"))

MISCONCEPTIONS

STUDENTS

CHEMISTRY

Metodologia



Selezione degli articoli

Processo in due fasi:

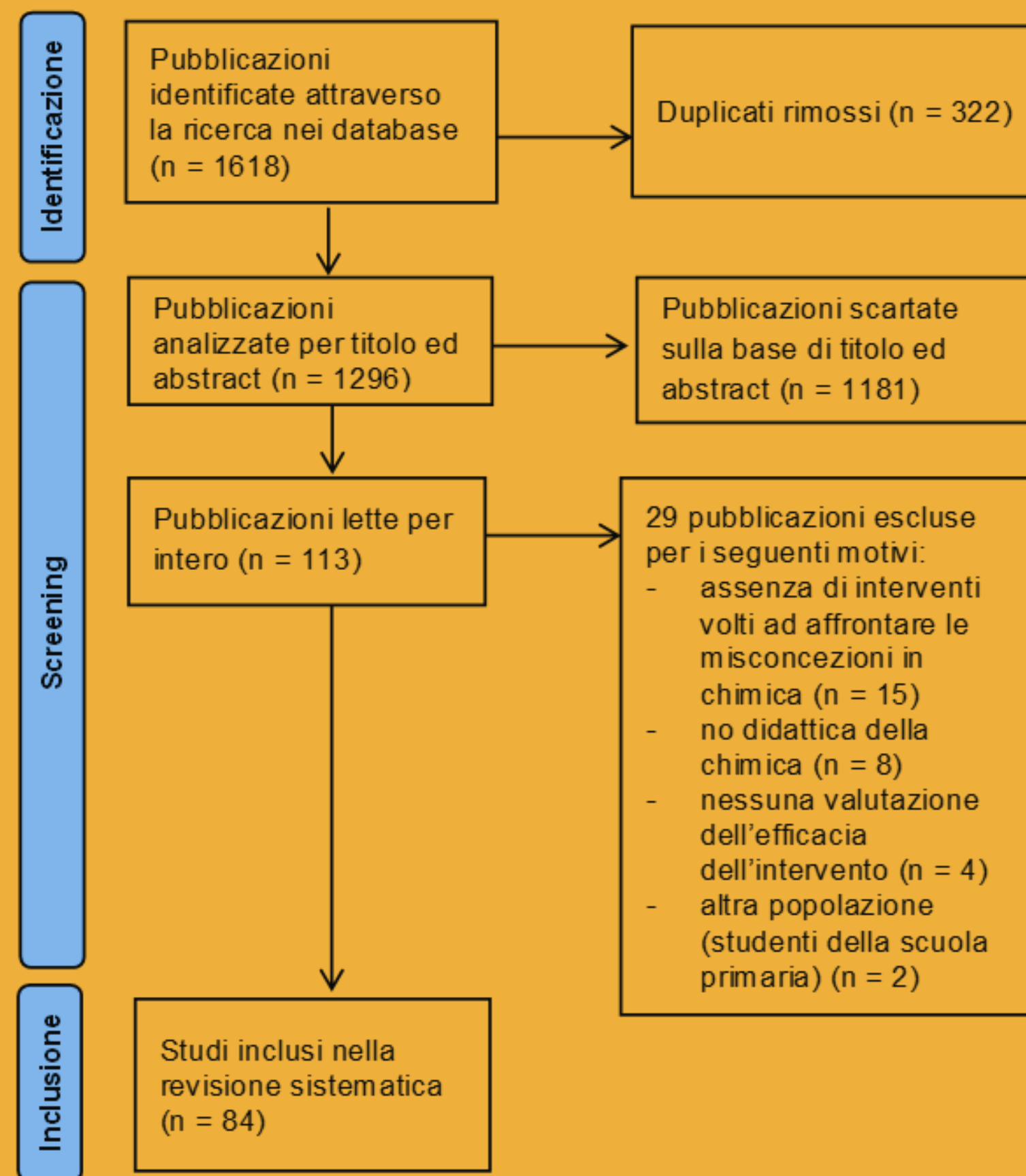
- 1) identificazione degli studi eleggibili attraverso lettura di titolo ed abstract
- 2) lettura dell'intera pubblicazione



Estrazione dei dati

- Informazioni bibliografiche
- Caratteristiche del campione
- Caratteristiche dell'intervento
- Argomento trattato
- Quadro teorico di riferimento
- Metodologia didattica
- Modalità di valutazione
- Risultati di efficacia

Diagramma PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) della selezione degli studi.

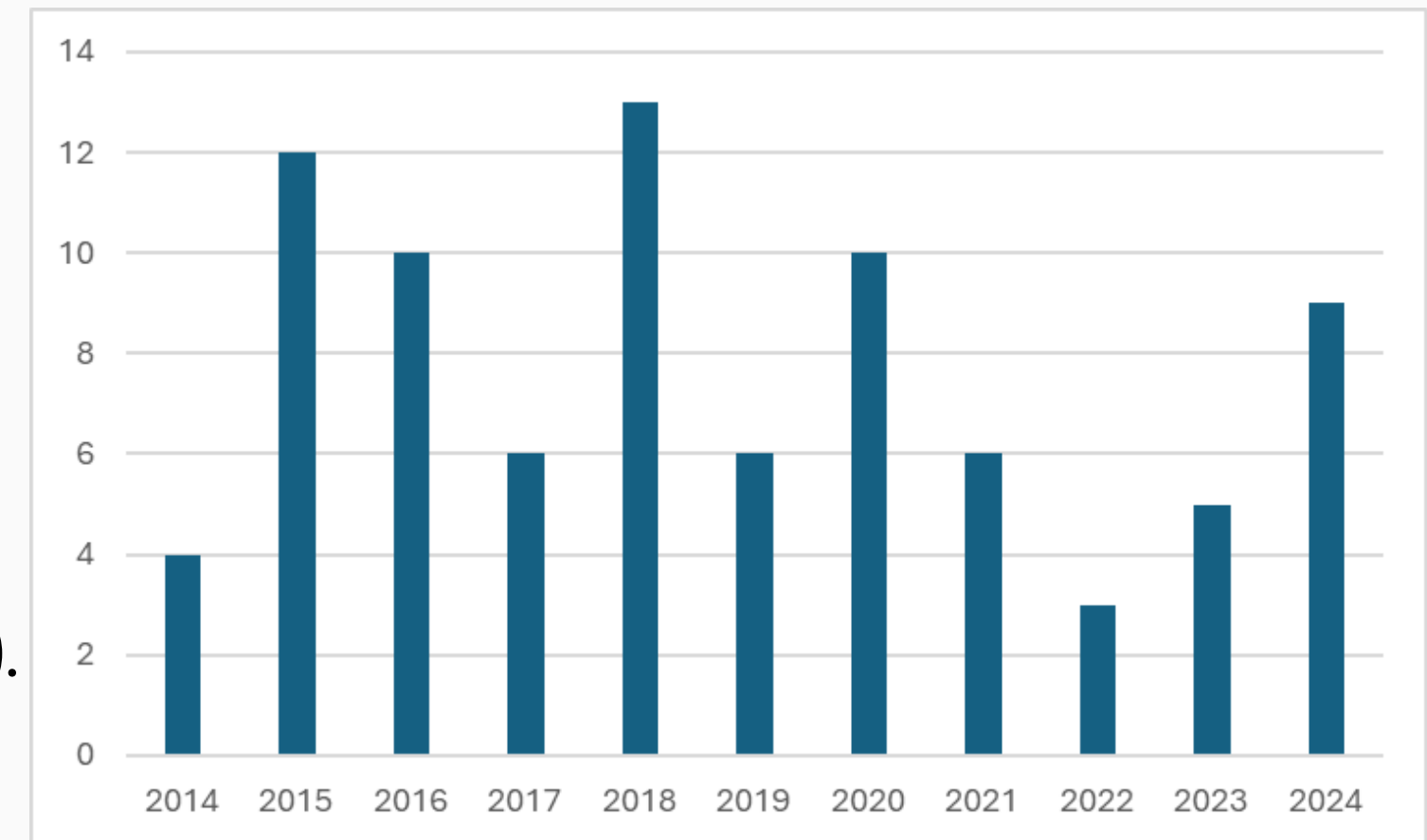


Risultati

Caratteristiche generali delle pubblicazioni

84 studi di intervento

Due principali **riviste scientifiche** hanno pubblicato più di un terzo degli studi:
Journal of Chemical Education (n = 17)
Chemistry Education Research and Practice (n = 12).
Gli altri 55 articoli (65%) sono stati pubblicati in 41 diverse riviste



Distribuzione per anno.

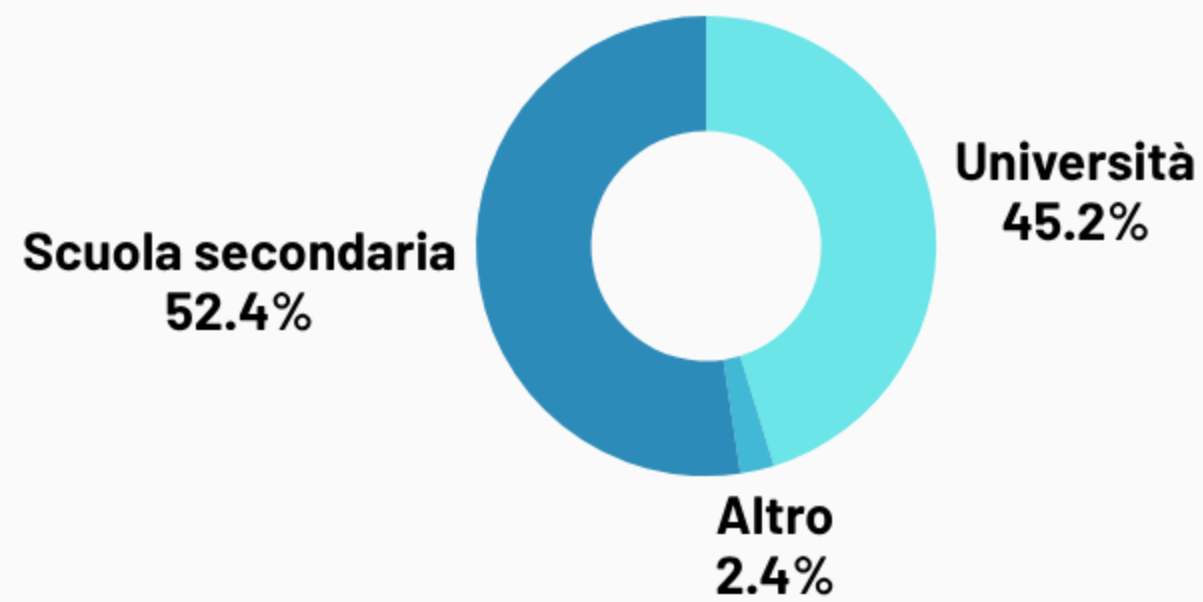
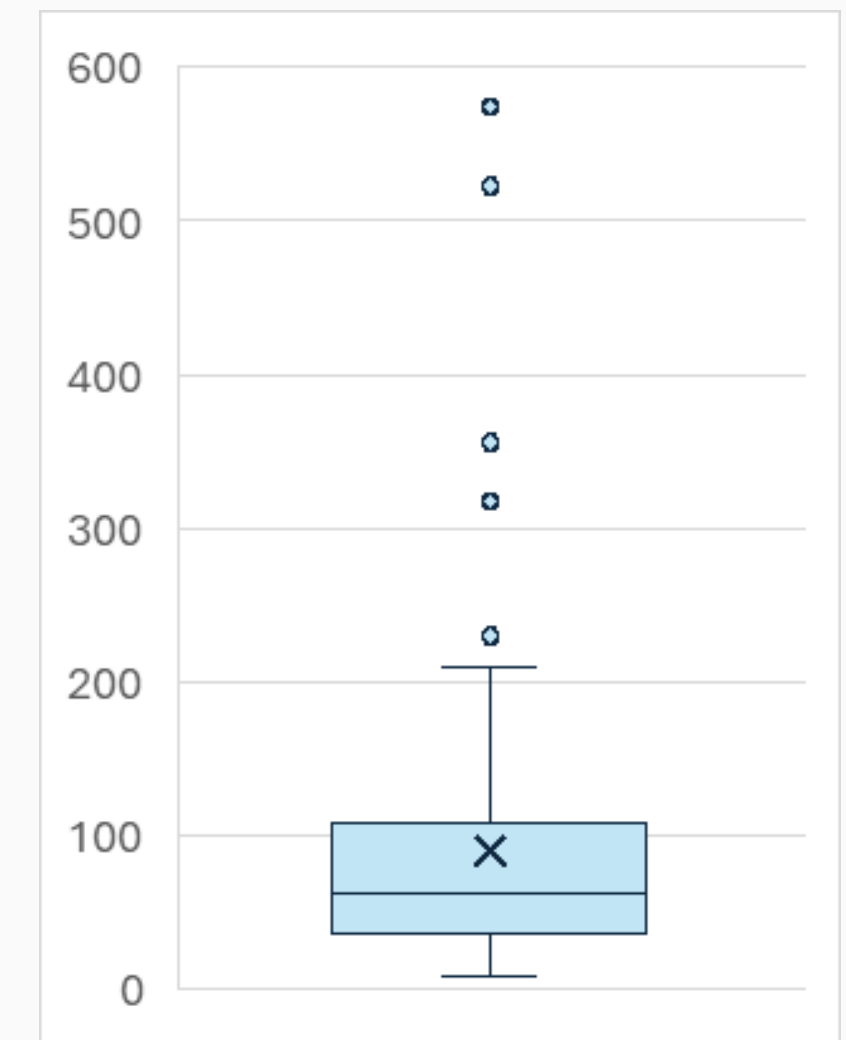
Andamento irregolare con un picco nell'anno 2018 (13 articoli pubblicati) e un minimo nel 2022 (3 articoli pubblicati).

Distribuzione geografica. Più della metà degli interventi sono stati condotti in Asia (48 studi). 21 diverse nazioni con una più alta rappresentanza della Turchia (26 studi) e degli Stati Uniti (17 studi).



Caratteristiche dei campioni

Distribuzione delle dimensioni dei campioni. Il 25% degli studi includeva 36 o meno partecipanti; metà degli studi aveva campioni di dimensioni pari o inferiori a 62, mentre il 75% degli studi aveva fino a 107 partecipanti. La distribuzione è asimmetrica con pochi studi che hanno campioni di dimensioni eccezionalmente grandi rispetto alla maggioranza.



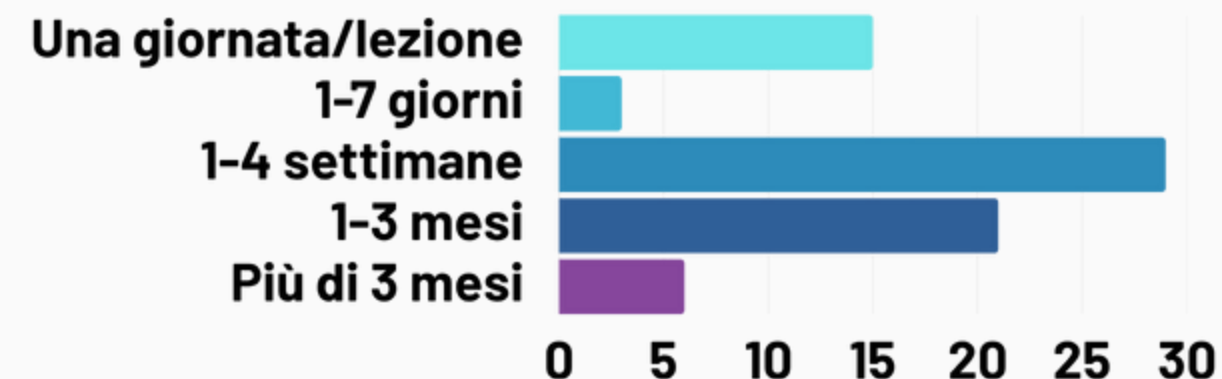
Popolazioni incluse. Più della metà degli interventi (44 studi) sono stati condotti in scuole secondarie, 38 studi hanno coinvolto studenti universitari, 1 corso di recupero post-scuola secondaria, 1 corso pre-universitario. Tra gli studi universitari, 13 coinvolgevano futuri insegnanti di scienze.

Caratteristiche degli interventi didattici

Disegno dello studio



Durata



Argomenti trattati



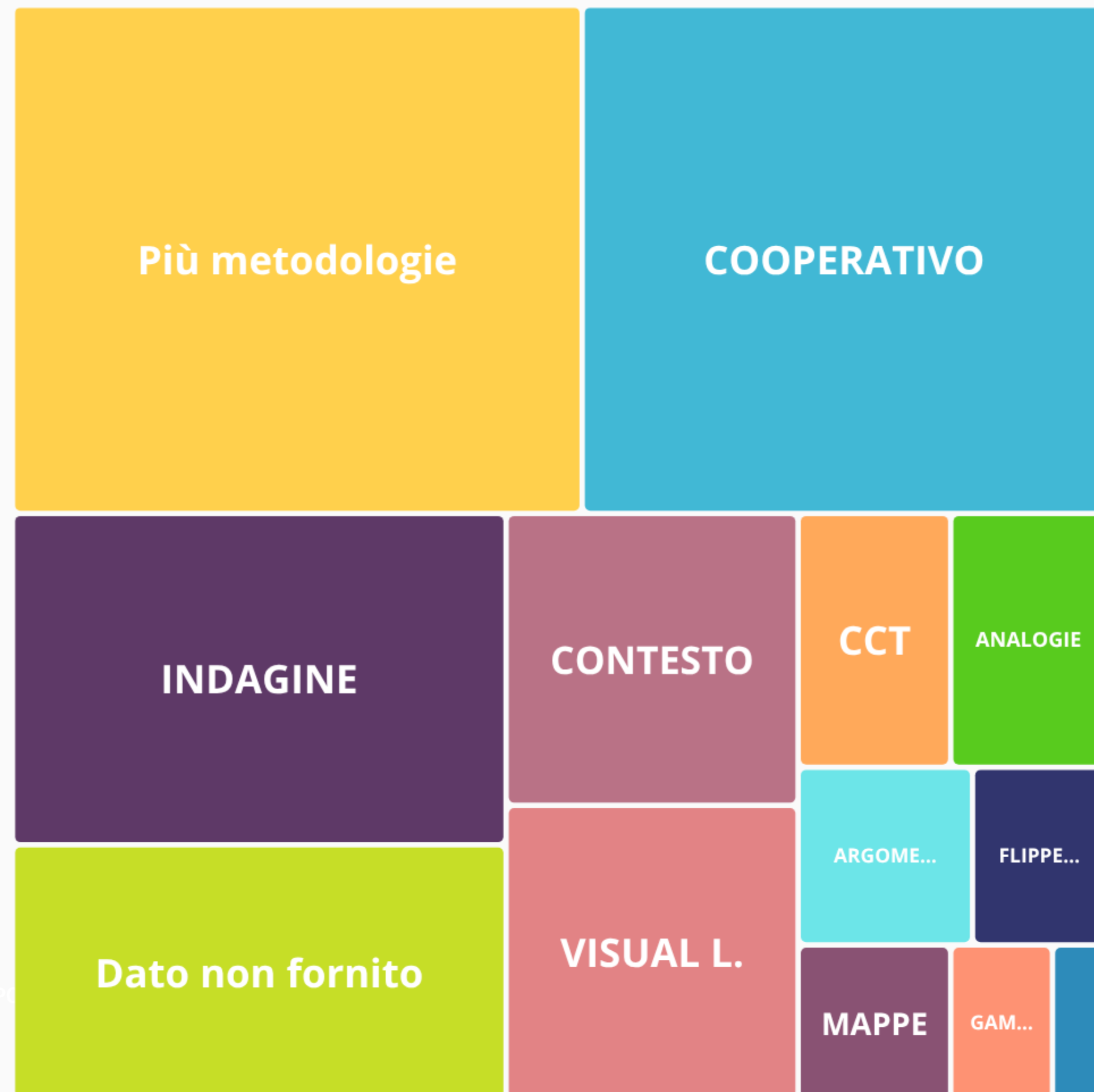
Fondamenti teorici

Costruttivismo (n = 44, 52%)
Cambiamento concettuale (n = 30, 36%),
Aspetti motivazionali (n = 24, 29%),
Tre livelli della chimica (n = 17, 20%),
Aspetti sociali (n = 11, 13%),
Apprendimento significativo (n = 9, 11%),
Metacognizione (n = 9, 11%)
Cognitivismo (n = 6, 7%)
Pedagogical Content Knowledge (n = 2, 2%)
Non dichiarato (n= 14, (17%)

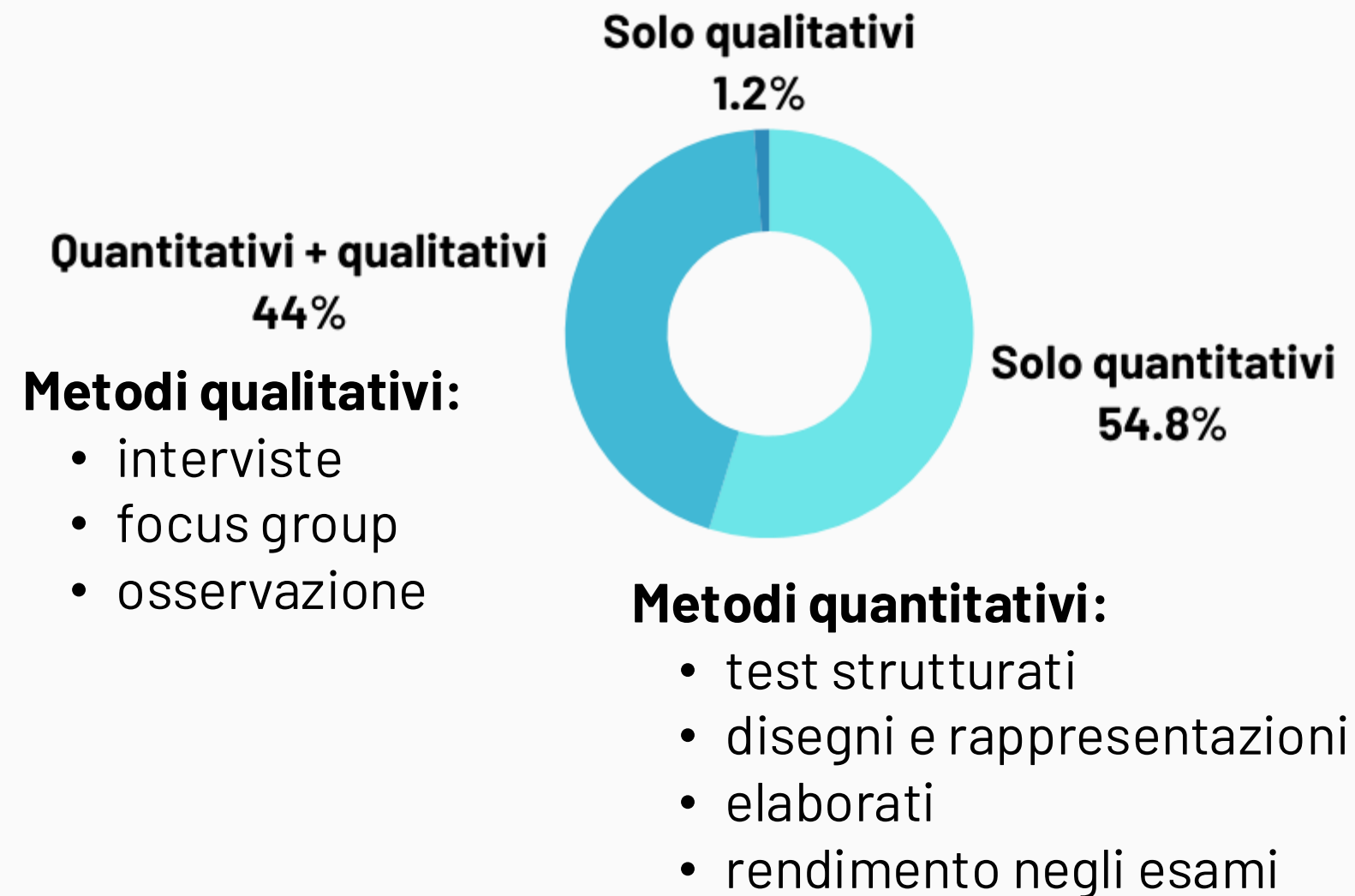


Metodologia didattica

- Tutti gli studi inclusi hanno utilizzato **metodologie didattiche attive**.
apprendimento cooperativo (n = 34, 40%),
apprendimento basato sull'indagine (n = 21, 25%),
apprendimento basato sul contesto (n = 11, 13%),
apprendimento visivo (n = 11, 13%),
testi sul cambiamento concettuale (n = 5, 6%),
analogie (n = 5, 6%),
argomentazione (n = 4, 5%),
flipped classroom (n = 3, 4%),
mappe concettuali (n = 3, 4%),
gamification (n = 2, 2%)
valutazione formativa (n = 1, 1%).
- **Tecnologie digitali**: 29 studi (35%)
- **Modellistica** tridimensionale, grafica o fisica: 23 studi (27%), di cui 10 digitali (software di visualizzazione).
- **Laboratorio di chimica**: 17 studi (20%)

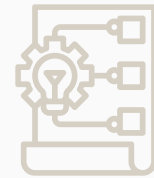


Metodi di valutazione degli interventi e valutazione di efficacia

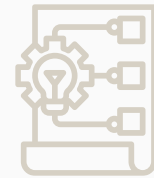


- **Ritenzione di quanto acquisito.** Un post-test ritardato è stato somministrato a distanza di tempo in 12 studi (14%) per testare la ritenzione a lungo termine.
- **Livelli diagnostici dei test.** Metà dei test strutturati hanno usato strumenti diagnostici a più livelli: 24 a due livelli, 7 a tre livelli e uno a quattro livelli.
- **Validazione degli strumenti.** 57 studi (68%), hanno utilizzato uno strumento di valutazione validato o, quantomeno, ne hanno testato l'accuratezza o l'affidabilità.
- **Valutazione di efficacia.** **Tutti** gli studi inclusi nella revisione sistematica hanno riportato un certo grado di **efficacia** (variabile) nel ridurre le misconcezioni in chimica. Una caratteristica comune a tutti gli interventi era l'uso di **metodologie didattiche attive**, che hanno costantemente prodotto risultati migliori rispetto agli approcci tradizionali e trasmissivi basati su lezioni frontali.
- Non è stato possibile condurre un'analisi quantitativa per determinare quali tipi di interventi o metodologie didattiche fossero più efficaci a causa della notevole **eterogeneità** (progettazione degli interventi, durata, argomenti trattati, popolazioni incluse, metodi di valutazione, etc.)

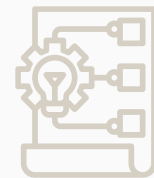
Osservazioni e conclusioni



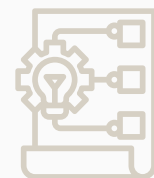
Una didattica attiva



Quale didattica attiva?



Oltre agli aspetti cognitivi: la motivazione



L'errore (e le misconcezioni) come opportunità

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

