

Misconoscenze di Fisica: un questionario didattico per il I ciclo

Matteo Torre*, Matteo Leone **

*Liceo "G. Peano" di Tortona (AL); matteo.torre1984@gmail.com

** Univ. Degli Studi di Torino; matteo.leone@unito.it



Sunto: *Il conseguimento di un adeguato livello nelle conoscenze scientifiche è un importante traguardo per far raggiungere alle nuove generazioni competenze chiave per una cittadinanza responsabile. Per l'Italia, le comparazioni internazionali mettono in luce l'accentuarsi di particolari criticità in fisica. Per tale motivo, la ricerca delle azioni didattiche volte a migliorare la comprensione dei fenomeni fisici, rimane fondamentale per capire le preconoscenze degli alunni con gli ostacoli cognitivi che esse comportano. Abbiamo allestito e validato un questionario per evidenziare le criticità più diffuse in fisica da parte di alunni tra i 11-14 anni. I dati raccolti confermano la presenza di diffuse misconoscenze già segnalate in letteratura che è opportuno mettere al centro dell'attenzione dei docenti.*

Parole Chiave: *Didattica della Scienza. Conoscenze elementari di fisica. Cambiamento cognitivo.*

Abstract: *The achievement of an adequate level of scientific knowledge is recognized as an important milestone to enable the new generations to possess important skills for responsible citizenship. Regarding Italy, international*

comparisons highlight the accentuation of specific critical issues in this area. Concerning the search for teaching actions aimed at improving the understanding of physical phenomena, it remains fundamental to understand the preconceptions from which students start and the cognitive obstacles that these entail. We have prepared and validated a questionnaire on the most common critical elements in the explanation of physical phenomena by students aged 11-14. The collected data confirm the presence of widespread misconceptions already reported in the literature, which it is appropriate to bring to the attention of teachers.

Keywords: *Science Teaching. Elementary knowledge of physics. Cognitive change*

1 - Introduzione

La questione della didattica delle scienze ha una lunga storia in Italia (Israel, 2008). Dal secondo dopoguerra ed in tempi più recenti non sono mancate e continuano ad essere attive iniziative locali o regionali nelle sue diverse articolazioni, caratterizzate da attività di ricerca didattica spesso condotte in collaborazione da docenti universitari e docenti della scuola. Tuttavia, alla luce delle comparazioni internazionali (OCSE-PISA), la situazione è andata peggiorando tra il 2012 e il 2018 (Fig. 1) senza che il problema risulti al momento oggetto di un adeguato dibattito e di significativi interventi istituzionali (Calvani et al, 2022).

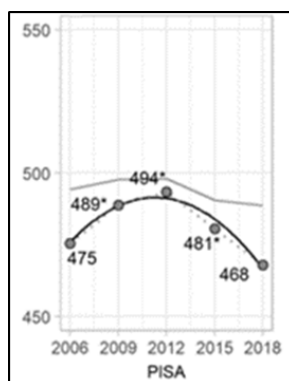


Figura 1: Andamento studenti italiani nelle scienze alle prove OCSE-PISA

Per provare a sensibilizzare ulteriormente il mondo della didattica della fisica, abbiamo allestito e validato un questionario che porta in evidenza gli elementi di criticità più diffusi nelle spiegazioni di fenomeni fisici da parte di alunni di età 11-14. L'ipotesi è che una segnalazione delle maggiori misconcezioni possa essere di particolare utilità perché mette gli insegnanti in grado di conoscere immediatamente i punti di maggiore criticità nella visione che ha l'alunno dei fenomeni fisici, su cui conviene intervenire prioritariamente. Si assume in particolare che la storia della scienza offra indicazioni specifiche per diagnosticare e anticipare le rappresentazioni mentali degli studenti di scuola primaria e secondaria (Leone, 2014; Rinaudo e Leone, 2024).

2 - Il ruolo delle preconoscenze

Se ci interroghiamo sulle metodologie didattiche che funzionano meglio nell'educazione delle scienze, pur nella

consapevolezza oggi acquisita che non ci sia una strada sola o metodi o mezzi ottimali esclusivi (Slavin et al., 2014), ci si imbatte in un punto di riferimento ricorrente, il ruolo delle preconoscenze come punto di partenza di interventi didattici volti ad un *conceptual change* (Posner et al, 1982), da favorire in attraverso azioni di modellamento guidato, integrate con esperienze e momenti metacognitivi, come sintetizzato in ottica evidence-based dall'EEF (Education Endowment Foundation)¹. Nella comunità scientifica è tuttora in discussione quale sia la natura di queste preconoscenze, tra fautori dell'idea che rappresentino delle vere e proprie teorie intuitive unitarie, sostenitori dell'idea che rappresentino una molteplicità di principi fenomenologici derivati dall'esperienza (la cosiddetta "*knowledge in pieces*" di Di Sessa) e, ancora, quelli dell'idea che consistano in una collezione di credenze e di presupposti organizzati in quadri teorici non stringenti ma relativamente coerenti (Vosniadou, 2019). Sul piano terminologico si incontra il termine "misconcezione", frequente nella letteratura di ricerca in didattica della fisica (Allen 2014, Neidorf et al., 2020), che indica concezioni contrarie a quelle in uso nella scienza, che possono appartenere a soggetti di qualunque età, anche se tipicamente si impiega per preconoscenze erranee di studenti. Premettendo che il prefisso "mis", non dovrebbe assumere il connotato di un giudizio negativo, che può essere inappropriato e comunque ingeneroso a fronte di

¹ L'Education Endowment Foundation è il più importante centro EBE europeo, che elabora test ed attività informate dalle migliori evidenze sull'insegnamento delle scienze (BEST), Education Endowment Foundation, <https://educationendowmentfoundation.org.uk/education-evidence/guidance-reports>

preconoscenze che possono rappresentare un punto di arrivo naturale dello sviluppo cognitivo o che possono implicare anche forme di buon senso², ce ne avvarremo anche noi, usando però più prudentemente, il termine “misconoscenze”.

Possiamo in breve considerare una misconoscenza come una preconoscenza, che emerge come risposta inadeguata dinanzi un problema scientifico, che può essere indicativa di un “ostacolo cognitivo” per una corretta acquisizione di conoscenze, quali è lecito attendersi da soggetti scolarizzati di quell’età. Essa può essere influenzata dalla presenza di forme diffuse di pensiero ingenuo infantile, da influenze diffuse nel senso comune o semplicemente da carenze informative dovute a ritardi o inadeguatezze dell’istruzione scolare. Se ci si interroga su dove siano stati identificati questi elementi di criticità, numerosi sono gli studi che sono stati compiuti (Leone 2020, Allen 2014) e che proviamo qui a riassumere relativamente agli ambiti toccati dal nostro questionario.

2.1 - Conservazione

Ci si deve rifare agli esperimenti classici di Piaget (Piaget e Inhelder, 1974), ripresi da altri (Smith et al, 1985), sulla conservazione del volume, del peso e della quantità di sostanza in oggetti modellati (esempio blocchetto di pongo modellato ed immerso) fino al concetto più difficile di

² Quando si analizzano le idee sbagliate in fisica, molti ricercatori si sono concentrati su “credenze di buon senso”, un “sistema di credenze e intuizioni su fenomeni derivati da una vasta esperienza personale” che gli studenti possono sviluppare prima ancora di entrare in classe (Halloun e Hestenes 1985 a, b).

conservazione del peso in una transizione da liquido a gas, raramente presente prima dei 12 anni (Galili e Bar, 1997).

2.2 - Forze

Per i bambini forza e movimento sono concetti che si sovrappongono, la forza non esiste separatamente dal movimento, nel senso che ogni movimento comporterebbe una forza come motore interno. Così quando un oggetto viene lanciato continuerebbe ad agire (Piaget, 1974) su di lui una forza interna (anche secondo Aristotele la spinta dell'aria cerca di contrastare il formarsi del vuoto). Altre misconoscenze riguardano l'azione della forza di gravità, di cui non si riconosce l'azione diffusa su tutti i corpi, nonché l'idea che per trascinare un oggetto sul pavimento ci voglia una forza maggiore del suo peso oppure che la forza necessaria per sollevare un oggetto dipenda da quanto è forte la persona che solleva (Vosniadou et al, 2001).

2.3 - Galleggiamento

L'idea di galleggiamento non risulta chiara ai bambini perché il concetto di densità appare tardi (non prima dei 10 anni) per poi evolvere in un concetto maturo e separato da quelli di peso e volume. Il concetto di densità e il principio di Archimede sono un esplicito prodotto dell'insegnamento scolastico, sebbene esistano evidenze di una sorta di intuizione del concetto di densità già tra i bambini della scuola dell'infanzia (Kohn 1993). Inoltre, oggetti con una parte emersa sono considerati galleggiare un po' di più o di meno, a

seconda di quanta parte dell'oggetto stia sopra il livello dell'acqua. L'idea che alcuni oggetti galleggino ed altri no è stata studiata da Piaget e altri (Biddulph e Osborne 1984) e le risposte degli studenti sono in relazione alla dimensione o all'essere genericamente "pesante" di un oggetto, accanto alla credenza che gli oggetti forati affondino. Anche se esistono pre-intuizioni sul fatto che un materiale possa essere più o meno compresso o costituito dalla mescolanza di materia e vuoto, il concetto di pesante-leggero non viene messo in rapporto al volume della massa spostata. La ricerca ci dice che per una piena comprensione del galleggiamento risulta essere significativa la domanda *"perché le navi, che sono fatte di materiale pesante, non affondano?"* (Piaget, 1972).

2.4 - Aria e gas

Sull'aria sussistono varie misconoscenze che vanno anche oltre l'intervento scolastico ordinario. L'idea dell'aria immateriale è molto presente nel pensiero infantile (Brook e Driver, 1989). Altre tipiche misconoscenze sono: idea dell'aria senza peso o "leggera" nel senso di tendente ad andare in alto; idea dell'espansione di un gas come aumento di materia. Un'idea tipicamente assente è quella che l'aria possa esercitare una forza. L'idea più assente (non banale ed incompresa dallo stesso Galileo) è quella che viviamo immersi in un fluido, l'aria, che è caratterizzato da una grandezza scalare e intensiva (la pressione atmosferica) da cui consegue la presenza di forze che agiscono in tutte le direzioni, che si percepiscono solo in situazioni speciali (Tytler, 1998).

2.5 - Suono

Si tende ad attribuire proprietà materiali al suono. In generale non c'è consapevolezza che il suono è generato da vibrazioni (West Wallin, 2013). Le misconoscenze riguardano l'idea del suono come materia o aria in movimento, che il suono ha bisogno di fessure per passare.

2.6 - Energia

Il concetto di energia è molto complesso, dato che rappresenta un'idea matematica piuttosto astratta e relativamente recente (il concetto di energia nasce sostanzialmente con la formulazione a metà '800 del principio di conservazione dell'energia). Eppure, la parola "energia" fa parte del senso comune ed è molto utilizzato nella vita quotidiana, pur con un significato assai diverso rispetto a quello scientifico. Nelle preconoscenze diffuse il concetto di energia si lega spesso al movimento o ai viventi, come a qualcosa che fa funzionare le cose (energia come agente causale) o qualcosa che cambia da una forma ad un'altra ma che poi si consuma e scompare (Gilbert e Watts, 1983). Nella pratica didattica e sui manuali ci si limita di solito al riconoscimento di alcune fonti di energia.

2.7 - Calore e temperatura

Misconoscenza diffusa è l'idea di calore come sostanza materiale e della temperatura come misura del "grado di calore" di un corpo. È difficile la comprensione del trasferimento di energia termica (come quando un oggetto caldo viene immerso in un liquido freddo, o viceversa). Nel pensiero infantile manca l'idea di equilibrio termico e si tende

a giudicare la temperatura in base alla natura di cui è costituito un oggetto (alcuni materiali sarebbero intrinsecamente più caldi di altri, come il legno rispetto al ferro). Anche quando l'equilibrio termico tra due corpi è osservato empiricamente, tende ad essere interpretato come l'effetto di un doppio scambio, di caldo e di freddo, tra i due corpi (Erickson e Tiberghien 1985).

2.8 - Elettricità e circuito elettrici

Anche l'elettricità, alla pari del calore, è pensata come sostanza (Caillot 1993) e l'attrazione elettrica osservabile a seguito di strofinio è interpretata come una sorta di "colla e spesso è confusa con l'attrazione magnetica. La corrente elettrica è intesa essere come qualcosa che "si consuma" e si può eventualmente anche fermare in un certo tratto di un circuito. Queste misconoscenze si riflettono sul modello di circuito degli studenti, a partire dal modello unipolare, implicito nella previsione secondo cui una lampadina possa essere accesa collegandola attraverso uno o più fili elettrici a un singolo polo di una pila (Leone, 2014), per passare a modelli a circuito chiuso, quali quello a correnti "che si scontrano", dopo essere fuoriuscite dai due poli di una pila, o quello della corrente "che si consuma" ad opera di lampadine o altri utilizzatori nel tragitto da un polo all'altro, fino al cosiddetto modello "scientifico" a corrente elettrica costante (Driver et al, 1994).

2.9 - Magnetismo

Anche fenomeni di attrazione e repulsione magnetica sono spiegati con proprietà assolute (Piaget e Chollet, 1973), in analogia alla storia delle concezioni di magnetismo, e il concetto di polarità magnetica emerge solo faticosamente. Negli studenti tra i 10 e i 12 anni si registrano il modello del magnete che tira, il modello dell'emanazione e il modello del magnetismo come nube (Erickson 1994).

2.10 - Luce

Rispetto ad altri fenomeni (elettricità, magnetismo) qui la misconoscenza è di tipo diverso. La difficoltà sta nel riconoscere nella luce un'entità autonoma che viaggia nello spazio tra la sua sorgente e l'effetto che produce. Secondo molti autori questa difficoltà deriva dalla tendenza ad associare la luce solo alla sorgente e agli effetti visibili che provoca nello spazio "vissuto" (Guesne 1985). Altre misconoscenze connesse alla luce, alla visione, ai colori: difficoltà a riconoscere la propagazione rettilinea della luce; difficoltà a pensare che oggetti illuminati riflettano la luce anche se non sono degli specchi; idea del colore come proprietà degli oggetti; idea della luce bianca come luce "pura", che non contiene colori; idea che quando una luce colorata raggiunge un oggetto si ha una mescolanza tra il colore della luce e quello dell'oggetto.

2.11 - Astronomia

Qui troviamo le misconoscenze classiche legate alla causa dell'alternanza giorno-notte, alla causa del movimento quotidiano del Sole (e degli altri corpi celesti) e quelle legate all'alternanza delle stagioni, spesso legata alla distanza Terra-Sole (idea, questa, che tende a permanere anche dopo le spiegazioni scolastiche) e all'orientamento della caduta di un oggetto se rappresentata su scala planetaria.

3 - L'oggetto della ricerca

Sulla base della letteratura esistente (Leone 2020; Allen 2014) e di esempi attinti dal TIMMS e PISA abbiamo allestito uno strumento per fornire un'istantanea delle misconoscenze che presentano alunni tra gli 11 e i 14 anni dinanzi a quesiti la cui risposta richiede l'applicazione di concetti e principi basilari della fisica elementare (CEF, Conoscenze Elementari di Fisica). L'ipotesi è che l'individuazione di queste situazioni problematiche offra segnali ed ancore di riferimento utili per interventi mirati sui fraintendimenti più diffusi circa concetti scientifici di base, che possono e debbono essere messi in discussione con gli alunni. Le tematiche sono state selezionate sulla base delle sezioni sopra indicate, ripartite come indicato in Tab. 2. Il questionario presenta al soggetto fenomeni fisici comuni e richiede spiegazioni con domande tipiche: *"Perché accade?"*, *"Cosa succede se?"* con quattro alternative di risposta, che solitamente includono le conoscenze ingenuie più diffuse. La prima versione del questionario è composta di 52 item da applicarsi in classe in due sessioni da 26 item

ciascuna³. Terminata l'applicazione complessiva segue un feed-back didattico, che l'insegnante può arricchire ulteriormente. In fig. 2 è riportato un esempio di un item e del feed-back didattico. Il questionario si può definire "didattico" nel senso che non si limita a somministrare i quesiti per valutare come li affronta l'alunno.

ARGOMENTO	N. ITEM
Conservazione	3
Forze	10
Galleggiamento	5
Aria e Gas	6
Energia	3
Equilibrio termico / Passaggi di stato	5
Elettricità	6
Magnetismo	2
Luce	6
Suono	2
Astronomia	4

Tabella 2: distribuzione degli item per argomento

³ La versione dell'intero questionario è consultabile all'indirizzo https://sapie.it/wp/wp-content/uploads/2023/03/CEF_PRESENTAZIONE_20-11-1.pdf, raggiungibile anche dalla Home page del sito di SApIE (www.sapie.it).

<p>D.1.2 Ho un contenitore con dell'acqua e un blocco di pongo. Immergo il pongo nell'acqua e dunque il livello dell'acqua si innalza. Tolgo il pongo dall'acqua e lo modello a forma di «S». Lo reimmergo in questa forma nell'acqua. Il livello dell'acqua rispetto a quello di prima raggiunge:</p> <p>A. Un livello più alto B. Un livello più basso C. Un livello più alto o più basso a seconda del peso del pongo D. Lo stesso livello</p>
<p>R.1.2 Feed-back didattico. <u>La risposta corretta è D.</u></p> <p><i>Qui ci sono due cose da dire.</i> <i>Prima cosa. Ti sarai accorto che quando entri nella vasca da bagno piena, vedi che il livello dell'acqua si alza. Questo succede perché il tuo corpo occupa spazio che prima era occupato dall'acqua. E qui è la stessa cosa! Quando immergi un oggetto vedi che il livello del liquido sale perché l'oggetto occupa spazio che prima era occupato dall'acqua.</i> <i>Seconda cosa. E se deformati l'oggetto? Non cambia niente! Il pongo non riduce il suo volume; infatti la parte di pongo pigiata da una parte si sposta da un'altra. L'oggetto continua a occupare sempre lo stesso spazio e quindi a spostare sempre la stessa quantità di acqua.</i></p>

Figura 2: esempio di un item e successivo feed-back

4 - L'applicazione del test

Per la validazione del test è stato utilizzato un campione non probabilistico costituito da studenti delle classi I, II e III scuola secondaria di 1° grado, selezionato sulla base della disponibilità data dal dirigente scolastico e dagli insegnanti. La somministrazione dello strumento ha coinvolto 235 studenti delle province di Pesaro-Urbino e Napoli (Tab. 3).

	CLASSE	MASCHI			FEMMINE			TOTALE		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
PROVINCIA										
PU		11	23	14	13	16	11	24	39	25
NAPOLI		33	19	26	21	26	22	54	45	48
TOTALE		126			109			235		

Tabella 3: caratteristiche del campione

La Tab. 4 riassume le statistiche del questionario nella sua globalità. Le prime osservazioni riguardano i risultati ottenuti dagli studenti sia nella progressione dalla classe 1° alla classe 3°, sia nelle distinzioni di genere sono riassunte dalla Tab. 5.

	Media	Deviazione Standard	Signif. statistica delle diff tra classi (T di Student)		
			1-2	1-3	2-3
Cl. 1	20,74	6,19	p < 0,01	p < 0,01	-
Cl. 2	25,33	7,48	p < 0,01	-	0,24
Cl. 3	23,97	6,97	-	p < 0,01	0,24
Totale	23,39	7,15			

Tabella 4: statistiche campione CEF

	Classi 1		Classi 2		Classi 3		Signif. statistica delle diff tra classi (T di Student)			Signif. statistica delle diff M/F della stessa classe (T di Student)		
	media	DS	media	DS	media	DS	1-2	1-3	2-3	M/F 1	M/F 2	M/F 3
Maschi	20,29	6,14	25,78	7,29	24,45	6,44	p < 0,01	p < 0,01	0,19	0,235	0,291	0,265
Femmine	21,32	6,28	24,88	7,72	23,39	7,63	0,015	0,042	0,20			
Totale	20,74	6,18	25,33	7,48	23,97	6,97						

Tabella 5: Test T di Student tra classi e M/F

I dati mostrano che esistono delle differenze statisticamente significative tra gli alunni delle classi 1°, che hanno un rendimento più basso, rispetto a quelli delle classi 2° e 3° secondaria di I grado. Si nota inoltre come la differenza dei rendimenti tra maschi e femmine che hanno partecipato non risulti statisticamente significativa, anche se sussistono differenze statisticamente significative tra il gruppo dei maschi delle classi 1° e il gruppo di quelli delle altre classi.

Essendo questa la prima applicazione del CEF è stato necessario valutare alcune caratteristiche sue psicometriche al fine di migliorare la sua qualità interna e arrivare a disporre anche di una versione ridotta che ottimizzi il suo livello di attendibilità. La coerenza interna che determina l'attendibilità del test è valutata con il coefficiente alfa di Cronbach, il quale risulta molto alto (0,96). Per quanto riguarda l'analisi specifica degli item, usando il Classical Test Theory (CTT) abbiamo valutato la bontà degli item in relazione alla difficoltà e alla capacità di discriminazione (se quest'ultimo indice è maggiore di 0,30 si può ritenere che l'item abbia una buona capacità di discriminare i due gruppi, ovvero i soggetti "preparati" da quelli meno preparati). Dalla prima versione di 56 item, selezionando solo gli item che superano la soglia di 0,30, abbiamo poi ricavato una versione ridotta di soli 30 item in cui si è scelto per semplicità di mantenere invariata la numerazione originale degli item. La Tab. 6 riporta i valori medi e i risultati relativi al campione e inerenti considerando la versione ridotta del questionario⁴.

	Media	DS	I Quartile	II Quartile	III Quartile
Classi 1	11,56	5,32	8	11	16
Classi 2	15,61	6,22	10	14	22
Classi 3	14,40	5,25	10	14	19
Totale	13,89	5,87	9	13	18

Tabella 6: dati relativi al questionario CEF ridotto

⁴ La versione ridotta di 30 item è consultabile al seguente link: https://sapie.it/wp/wp-content/uploads/2024/01/PROVA-CEF_VERSIONE-RIDOTTA_18-01-24.pdf raggiungibile anche dalla Home page del sito di SAPiE (www.sapie.it).

5 - Prime conclusioni (non definitive) sui dati raccolti

Una prima analisi dei dati ci mette innanzi un quadro di criticità significative. Anche se non possediamo altri parametri di riferimento, il fatto che il punteggio medio sia inferiore alla metà del punteggio possibile, è indicativo di per sé di una situazione complessiva di evidente difficoltà, seppur la deviazione standard segnali che ci sono rilevanti differenze interne alle classi campionate. Limitandoci quindi ad una rassegna veloce e rimandando per approfondimenti ad un successivo lavoro, si può rilevare che:

- gli studenti ottengono risultati migliori in alcuni item specifici relativi ai passaggi di stato, all'aria e ai gas, al suono e all'energia elettrica.
- numerose misconoscenze si riscontrano intorno a concetti analizzati e discussi in letteratura. A un primo sguardo, infatti, le criticità maggiori sono sugli item relativi alla conservazione del volume e del peso, al concetto di forza (in particolare sul principio di inerzia), sul sollevamento di un peso, sul galleggiamento, sulla distinzione tra fenomeni elettrici e magnetici di attrazione, sulla luce (in particolare sulla lunghezza delle ombre), sul movimento apparente del Sole; sulla rotazione della Terra attorno al proprio asse.

Solo a titolo esemplificativo, ci soffermiamo qui sull'item 1.17 relativo al galleggiamento, da cui possiamo ricavare delle conclusioni interessanti se lette in parallelo ai risultati pubblicati in letteratura e a quanto enunciato dalle *Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo*

di istruzione (Miur, 2012). Questo documento, infatti, indica tra gli obiettivi di apprendimento per la disciplina “Scienze” al termine della classe quinta primaria, l’individuazione delle proprietà di alcuni materiali, tra le quali la *densità*, e al termine della classe terza della scuola secondaria di primo grado, la realizzazione di esperienze sul galleggiamento. Eppure, a quanto risulta dall’item 1.17, anche incrociando le risposte con gli altri item relativi al galleggiamento, emerge un quadro di insufficiente differenziazione tra i concetti di peso e densità, coerente con i risultati in letteratura (Leone, 2020). L’item 1.17 consiste infatti nella classica domanda, già utilizzata da Piaget, sul galleggiamento delle navi: *“Le navi sono fatte di metallo. Allora perché non affondano?”*. Meno di metà del campione complessivo (34,7%) e del campione delle sole classi terze (45,2%) ha risposto facendo riferimento al principio di Archimede (*“perché la spinta che ricevono dall’acqua è maggiore del peso della nave”*). Il 26,5% del campione ha risposto che le navi non affondano *“perché il metallo con cui sono fatte ha una densità minore di quella dell’acqua”*, applicando un concetto corretto, quello di densità, in modo erroneo (il metallo di cui non ha densità dell’acqua). Il 24,5% degli studenti ha invece risposto che le navi non affondano *“perché il metallo con cui sono fatte viene scelto in modo da non essere molto pesante”*, evidenziando così l’idea errata che il peso determini l’affondamento o il galleggiamento degli oggetti. Una piccola percentuale del campione, 13,6%, ha addirittura scelto come risposta quella secondo cui le navi non affondano *“perché si muovono sull’acqua”*, mostrando così di non essere ancora entrati nel 4° stadio dell’evoluzione delle spiegazioni del

galleggiamento secondo Piaget (1972), tipico dei ragazzi dai 9 anni in su.

6 - Conclusioni

In questo lavoro ci siamo occupati delle conoscenze sulle scienze fisiche possedute da alunni tra gli 11 e i 14 anni, validando un questionario che intende offrire una visione sintetica degli ostacoli cognitivi più diffusi. Da una prima versione più estesa di questo strumento è stata ricavata una versione più breve, adatta per un veloce test nelle classi di scuola media, che si rende disponibile all'uso per ogni scuola che volesse utilizzarlo sin da subito. L'ipotesi è che una segnalazione delle maggiori misconoscenze in un'ottica di vasto spettro possa essere di particolare utilità per gli insegnanti che potranno conoscere i punti di maggiore criticità nella visione dell'alunno sui fenomeni fisici e quindi su cui conviene intervenire. Anche se in qualche caso un'idea sbagliata può essere solo la superficie di un iceberg più complesso, un'informazione correttiva può già gettare una luce diversa sul problema in questione o generare una forma di conflitto per orientare ad una ulteriore revisione delle spiegazioni ingenuie. In un futuro molto prossimo, prevediamo di operare sul potenziamento della parte didattica del CEF, con la messa a punto di un kit di brevi interventi, sotto forma di simulazioni o video, volti a favorire la consapevolezza degli alunni sulla necessità di ristrutturare i propri schemi sui punti critici individuati.

Bibliografia

Allen M., *Misconceptions in Primary Science*, Open University Press Second Edition, 2014.

Biddulph F., Osborne R., Pupils idea about floating and sinking, *Review in Science education*, 14, 1, 114-124, 1984.

Brook A., Driver R., Hind D., *The development of pupils' understanding of physical characteristics of air across the age range 5-16 years*, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds, Leeds, 1989.

Caillot M., *Learning Electricity and Cognitive Modeling*, in *Advanced Educational Technologies for Mathematics and Science* Springer, Berlin, Heidelberg, 1993, pp. 151-164.

Calvani A., Chiappetta Cajola L., Leone M., Torre M., *Potenziare la formazione degli insegnanti sulla didattica scientifica*, *OrizzonteScuola*, 30/09/22, <https://www.orizzontescuola.it/potenziare-la-formazione-degli-insegnanti-sulla-didattica-scientifica-le-linee-dazione-dei-pedagogisti/>

Di Sessa A. A., *Toward an epistemology of physics*, *Cognition and Instruction*, 10(2-3) (1993), 105-225.

Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V., *Making sense of secondary science research into children's ideas*, Routledge, London and New York, 1994, pp. 117-125.

Erickson G.L., *Pupils understanding of magnetism in a practical assessment context: The relationship between content, process and progression*, in P. Fensham, et al (Eds.), *The content of science*, The Falmer Press, London, 1994, pp. 80-97.

Erickson G.L., Tiberghien A., *Heat and temperature*, in R. Driver, et al (Eds.) *Children's ideas in Science*, Open University, Philadelphia, 1985, pp. 52-84.

Galili I., Bar V., Children's operational knowledge about weight, *Int. Jou. of Scie. Ed.*, 19(3) (1997), 317-340.

Gilbert J., Watts D., Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in science education, *Studies in Science Education*, 10 (1983), 61-98.

Guesne E., *Light*, in R. Driver et al (Eds.), Children's ideas in Science, Open University, Philadelphia, 1985, pp. 11-32.

Halloun I.A., Hestenes D., The initial knowledge state of college physics students, *Am. J. of Physics*, 53, (1985a), 1043-1055.

Halloun I.A., Hestenes, D., Common sense concepts about motion, *Am. J. of Physics*, 53(11) (1985b), 1056-1065.

Israel G., *Chi sono i nemici della scienza*. Lindau, Torino, 2008.

Kohn A.S., Preschoolers' reasoning about density: will it float?, *Child Development*, 64(6) (1993), 1637-1650.

Leone M., History of physics as a tool to detect the conceptual difficulties experienced by students: the case of simple electric circuits in primary education, *Science & Ed.*, 23 (2014), 923-953.

Leone M., *Insegnare e apprendere fisica nella scuola dell'infanzia e primaria*, Mondadori Educational, Milano, 2020.

MIUR, *Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione*, Ann. della P.I., 2012.

Neidorf T., Arora A., Erberber E., Tsokodayi Y., Mai T., *Student misconceptions and errors in physics and mathematics: Exploring data from TIMSS and TIMSS Advanced*, Springer Nature, 2020.

Piaget J., *The child's conception of physical causality*, Littlefield, Adams, Totowa, NJ, 1972.

Piaget J., *Understanding causality*, Norton, Oxford, 1974.

Piaget J., Inhelder B., *The child's construction of physical quantities*, Routledge, London, 1974.

Posner G.J., Strike K.A., Hewson P.W., Gertzog, W.A.,
Toward a theory of conceptual change, *Scie. Ed.*, 66, (1982), 211-227.

Rinaudo M., Leone M., History of physics as a heuristic device to anticipate students' ideas: the case of electrostatics, *Physics Ed.*, 59 (2024), 015019.

Slavin R.E., Lake C., Hanley P., Thurston, A., Experimental evaluations of elementary science programs: A best-evidence synthesis, *Journ. of Resear. in Scie. Teach.*, 51(7) (2014), 870-901.

Smith C., Carey S., Wiser M., On differentiation: a case study of development of the concepts of size, weight, and density, *Cognition*, 21 (1985), 177-237.

Tytler R., Children's conception of air pressure: exploring the nature of conceptual change, *Journ. of Sci. Ed.*, 20, (1998), 929-958.

Vosniadou S., The development of students' understanding of science, *Front. Educ.*, 4 (2019), 32.

Vosniadou S., Ioannides C., Dimitrakopoulou A., Designing learning environments to promote conceptual change in science, *Learning and Instruction*, 11 (2001), 381-419.

West E., Wallin A., Students' Learning of a Generalized Theory of Sound Transmission from a Teaching-Learning Sequence about Sound, Hearing and Health, *Int. J. of Sci. Ed.*, 35(6) (2013), 980-1011.