

L'ORA DI FISICA

In viaggio attraverso la fisica: un curriculum a isole tematiche A journey through physics: a thematic curriculum for high schools

Marica Perini, Stefano Oss

Dipartimento di Fisica, Università di Trento, Trento, Italia

Riassunto. In questo lavoro si propone una progettazione per aree tematiche del curriculum del primo biennio del liceo scientifico. Esso si sviluppa attraverso quattro percorsi caratterizzati dall'attenzione alle misconcezioni, dall'uso del laboratorio povero e da modalità di insegnamento-apprendimento per scoperta, con un continuo riferimento ai fenomeni naturali e al tema sotteso ai percorsi stessi. L'intento è quello di appassionare e coinvolgere gli studenti e dare un'immagine unitaria della fisica. Il progetto, nato per il liceo scientifico, è stato sperimentato da insegnanti anche di altre tipologie di licei per un totale di 15 docenti, 23 classi e circa 300 studenti coinvolti. I risultati hanno evidenziato notevole interesse e apprezzamento da parte sia degli insegnanti che del corpo studentesco.

Abstract. We propose a redesign by thematic areas of the curriculum of the first two years in a scientific high school. The proposal is based on four thematic paths in which particular attention is given to misconceptions, to the use of a laboratory with poor materials and instruments, to the teaching-learning approach via personal discovery. All this is done with constant reference to natural phenomena and the characterizing themes of the paths themselves. The intent is to excite and involve student to participate and to acquire a unified vision of physics. The project, shaped for a scientific high school, was also tested by teachers of other schools. To date, 15 teachers and 23 classes have taken part in the experimentation, for a total of about 300 students involved. The degree of interest and satisfaction raised in both teachers and students showed to be remarkable.

1. Introduzione

Da oltre vent'anni la ricerca in didattica della fisica, di seguito denominata PER, evidenzia l'efficacia dell'insegnamento in contesto [1,2] in termini di motivazione all'apprendimento e di atteggiamento verso la disciplina [3]. All'estero sono stati progettati e sperimentati con successo interi curricula tematici, il più noto dei quali è il progetto PLON ⁽¹⁾ [3,4], dei Paesi Bassi. Nelle scuole italiane, invece, sono manifeste maggiori difficoltà a integrare in modo permanente ed efficace nella programmazione

⁽¹⁾ Acronimo olandese per "Progetto di Sviluppo del Curriculum di Fisica".

degli insegnanti le unità di insegnamento-apprendimento in contesto proposte dalla PER [5–7]. Nonostante le Indicazioni Nazionali [8] sottolineino a più riprese la libertà di progettare e sperimentare percorsi innovativi e il rifiuto di ogni prescrittivismismo, c'è una tendenza infatti a riproporre un insegnamento della fisica basato sui “vecchi programmi”.

Si ritiene che l'apprendimento in contesto possa essere molto efficace per aiutare gli studenti a superare le difficoltà che spesso emergono nelle discipline scientifiche. Proprio per comprendere i motivi per i quali questo approccio non viene attuato in modo strutturato nelle scuole, in questo lavoro sono stati innanzitutto coinvolti in gruppi di discussione una ventina di insegnanti del primo biennio del liceo scientifico. Altre informazioni sono state ottenute mediante un'indagine che ha coinvolto circa trecento studenti del triennio del liceo scientifico e che si è focalizzata sulla loro esperienza di apprendimento della fisica negli anni del primo biennio. In questo modo si è cercato di ricavare indicazioni in merito alla percezione relativa alle metodologie adottate e ai contenuti affrontati negli anni precedenti.

La proposta si è sviluppata mediante la progettazione e la sperimentazione di alcuni percorsi tematici transdisciplinari che consentono un'acquisizione graduale delle competenze richieste dai quadri di riferimento, conformemente ai piani di studio, alle Indicazioni Nazionali [8] e alle linee guida della Provincia Autonoma di Trento [9]. I percorsi in questione sono caratterizzati:

- da una didattica laboratoriale, per concorrere allo sviluppo di competenze trasversali che permettano allo studente di prendere consapevolezza delle proprie risorse sviluppando abilità relazionali, comunicative, di progettazione e di gestione di situazioni problematiche, con particolare attenzione agli aspetti della creatività e dell'innovazione [10,11];
- da modalità di insegnamento e apprendimento “per scoperta”, dove lo studente assuma il ruolo del protagonista che indaga, progetta e sperimenta;
- da un ritmo di lavoro adeguato [12].

Utilizzando un'immagine, la fisica viene presentata come una rete e i percorsi sono progettati in modo tale da interpolare diversi nodi della rete, perché “non ci sono discipline, né rami del sapere, ci sono soltanto problemi e l'esigenza di risolverli” [13].

In questo lavoro si suggeriscono quattro percorsi, ma si immagina che possano essere integrati con altri, ideati in collaborazione con gli insegnanti, con il supporto di un portale in continuo divenire che consenta la condivisione, la fruizione e l'aggiornamento dei materiali prodotti. Gli insegnanti potranno costruire un curriculum coerente e completo per ogni classe, scegliendo i percorsi in base alle proprie preferenze e competenze, nonché agli interessi dei propri studenti.

2. Il percorso: strumenti e metodi

Questo lavoro è nato nell'ambito di un progetto di rinnovamento resosi necessario in un liceo scientifico di Trento dove, negli ultimi anni, era stato rilevato un aumento del numero di carenze formative e un crescente disamore verso la disciplina. L'istituto

è intervenuto potenziando le ore dedicate alla fisica, portandole da 66 a 99 ore annue e, contestualmente, richiedendo agli insegnanti un lavoro di ripensamento del curriculum, anche in collaborazione con il locale Dipartimento di Fisica universitario.

2.1. Il punto di partenza

Inizialmente sono stati coinvolti in gruppi di studio e lavoro una ventina di docenti di liceo scientifico direttamente interessati alla revisione del curriculum e sono stati condotti alcuni incontri di ascolto e formazione, in presenza e a distanza. Gli insegnanti si sono dimostrati interessati e disponibili a collaborare e condividere esperienze. Hanno però sottolineato alcune difficoltà e necessità relative alla progettazione di unità tematiche. In particolare, si citano i seguenti aspetti, che ricorrono anche in letteratura [3]:

- mancanza di tempo per pensare e progettare percorsi significativi;
- opportunità di scegliere contesti che siano interessanti per la maggior parte degli studenti e nei quali l'insegnante si senta preparato;
- timore di dedicare troppo tempo ad alcuni argomenti, a scapito di altri;
- bisogno di coerenza tra i percorsi tematici e le conoscenze e competenze previste dalla normativa.

Per rispondere a queste esigenze, come descritto nel seguito, sono state scelte e condivise quattro tematiche che consentono di affrontare gli argomenti abitualmente affrontati al biennio, seppur in una veste nuova, e che si ritengono attuali e interessanti per gli studenti.

È stato somministrato un sondaggio a 297 studenti frequentanti il triennio, come anticipato nell'introduzione al presente articolo; il questionario è costituito da 22 domande relative a quattro ambiti: informazioni generali, rapporto con la fisica, svolgimento dell'ora di lezione, attività di laboratorio. Dall'analisi delle risposte degli studenti sono emersi, in particolare, del disamore verso la disciplina anche da parte di chi non presentava carenze al biennio (fig. 1), un'impostazione delle lezioni prevalentemente frontale, un'attività sperimentale limitata e spesso di verifica e una scarsa evidenza del legame tra quanto affrontato in classe e la realtà (fig. 2).

Consapevoli di quanta attenzione la maggior parte degli insegnanti rivolga alla didattica della fisica e all'uso del laboratorio, ci si trova costretti a riflettere sul significato, nemmeno troppo nascosto, delle risposte degli studenti. In particolare, sembra che vi sia difficoltà a comprendere il nesso tra i fenomeni naturali e il loro studio attraverso i modelli utilizzati nel laboratorio di fisica, soprattutto quando gli esperimenti proposti hanno solo ed esclusivamente finalità dimostrative o di verifica.

Un'altra domanda alla quale riteniamo sia interessante prestare attenzione è “se potessi tornare al biennio, vorresti un numero maggiore, uguale o minore di...”: gli studenti hanno dato risposte in linea con quanto auspicato dalla normativa e quanto suggerito dalla PER, ossia più spazio per esperimenti, attività progettuali e discussioni (fig. 3). In considerazione di quanto emerso da questa indagine, sono state proposte



Fig. 1. – Dal sondaggio preliminare: rapporto con la fisica.



Fig. 2. – Dal sondaggio preliminare: svolgimento dell'ora di fisica.

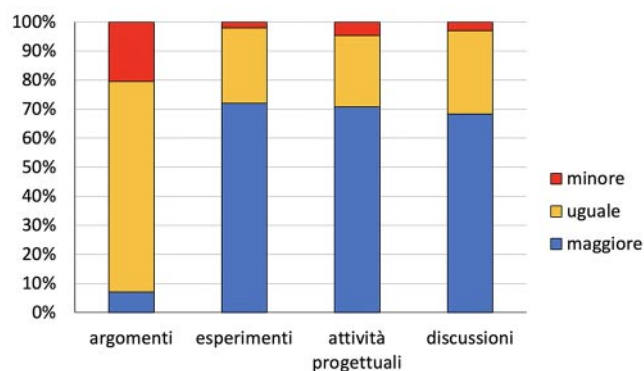


Fig. 3. – Dal sondaggio preliminare: “se potessi tornare al biennio vorrei un numero maggiore, minore o uguale di ...”.

metodologie di apprendimento attivo e sono state strutturate attività laboratoriali nelle quali è stato reso il più esplicito possibile il legame con la realtà, come di seguito descritto.

2.2. La progettazione dei percorsi, la sperimentazione e il suo monitoraggio

Alla luce di quanto evidenziato nel paragrafo precedente, sono stati ideati quattro percorsi tematici che consentono di abbracciare argomenti di interesse generale e di affrontare la maggior parte dei contenuti previsti dai piani di studio, puntando

principalmente sullo sviluppo del pensiero critico, sulla costruzione del sapere, sul laboratorio come spazio di scoperta, sull'attenzione alle misconcezioni e alla comunicazione. Il materiale prodotto costituisce il punto di partenza per gli insegnanti, e dovrà necessariamente essere integrato, aggiornato e modificato nel tempo, visto che la scuola è un ambiente dinamico, dove i bisogni, le conoscenze e le capacità degli studenti variano da classe a classe e di anno in anno; non è pertanto possibile proporre situazioni di insegnamento-apprendimento con una struttura rigida e statica. Il progetto è stato illustrato a tutti gli insegnanti interessati e, contestualmente, sono state raccolte le adesioni per partecipare alla sperimentazione, alla quale hanno aderito, portandola a termine, 15 insegnanti, con il coinvolgimento di 23 classi, 9 di liceo scientifico e 14 di licei non scientifici, per un totale di 316 studenti. Il rapporto con gli insegnanti si è concretizzato mediante:

- la creazione di indirizzi di posta elettronica specifici per ogni percorso;
- la condivisione di una cartella contenente la descrizione del percorso stesso, le schede relative agli esperimenti, gli approfondimenti e le letture consigliate, un file per lo scambio di opinioni e un foglio dedicato agli aspetti organizzativi;
- un incontro preliminare di formazione per presentare nel dettaglio ciascuna proposta e per approfondirne alcuni aspetti anche con relatori esterni;
- un affiancamento costante realizzato mediante incontri in presenza, telefonate, scambi di mail e di messaggi;
- la compilazione di un questionario per il docente, proposto al termine del percorso e relativo a tempi di svolgimento, all'uso del materiale e delle attività proposte, alle metodologie applicate, alla percezione dell'interesse suscitato, nonché a commenti e suggerimenti;
- un incontro conclusivo.

L'apprendimento, la motivazione e l'interesse degli studenti sono stati monitorati mediante i seguenti strumenti:

- somministrazione di un questionario iniziale e di un questionario finale, proposti rispettivamente prima e dopo aver affrontato il percorso, strutturati in tre sezioni dedicate alle informazioni generali sullo studente, ai quesiti per indagare le misconcezioni più comuni, alle loro opinioni;
- lettura delle schede "osservazioni e domande", singolarmente al termine di ciascuna attività sperimentale per raccogliere eventuali informazioni prima dell'intervento esplicativo dell'insegnante;
- eventuale incontro conclusivo con tutta la classe.

In due casi è stato possibile monitorare l'apprendimento utilizzando anche una classe di controllo. Ciascun insegnante, avendo più classi in parallelo, ne ha scelte due che riteneva equivalenti per interesse e livello di partenza; nella "classe di controllo" ha affrontato un argomento mediante una proposta tradizionale, nell'altra ha sperimentato uno dei percorsi, come riassunto in tabella I. In questi casi è stato proposto un post test, sia a breve che a medio termine, e sono stati raccolti i dati relativi alla valutazione delle verifiche somministrate dagli insegnanti.

TABELLA I. – *Suddivisione in classi sperimentali e classi di controllo.*

<i>Area concettuale</i>	Luce e visione	Fondamenti del metodo scientifico. Proprietà termiche della materia
<i>Classe di controllo</i>	Ottica geometrica	La misura. Studio dei fenomeni termici
<i>Classe sperimentale</i>	Percorso “Il telescopio”	Percorso “Con la testa tra le nuvole”

3. La proposta

Come già anticipato, la proposta consiste in una rivisitazione del curriculum del biennio del liceo scientifico e in una sua ricostruzione per aree tematiche, mediante la progettazione di quattro percorsi che consentono l’acquisizione delle competenze previste al termine del primo biennio del liceo scientifico. La scelta delle quattro tematiche è stata frutto di una lunga riflessione in quanto si volevano individuare temi di interesse generale e attuali. “Sarà vero?” è un percorso di introduzione al pensiero scientifico e tratta di disinformazione, infodemia, scienza e pseudoscienza. “Con la testa tra le nuvole” affronta temi che riguardano la meteorologia e i cambiamenti climatici. “Il telescopio” da un lato permette di comprendere il potenziale della fisica quando viene applicata alla tecnologia, dall’altro consente di ripercorrere gli sviluppi storici delle scoperte scientifiche in campo astronomico. “Passo dopo passo” è un percorso di biomeccanica che, attraverso lo studio della camminata e della corsa, offre la possibilità di parlare di sport e di disabilità.

3.1. Metodologia

È stato innanzitutto indicato ciò che la PER ritiene sia opportuno evitare nell’insegnamento della fisica [14]. Esplicitamente, è essenziale evitare di suddividere la disciplina in capitoli invitando gli studenti a ragionare per compartimenti stagni e a non avere una visione d’insieme; abusare di istruzioni durante le attività di laboratorio rendendo lo studente un puro esecutore; assegnare esercizi numerici che invitano alla ricerca della formula e che inducono lo studente a perdere di vista il senso fisico; utilizzare solo il libro di testo e sentirsi in dovere di affrontarne tutti gli argomenti. Successivamente, dal momento che il progetto prevede il coinvolgimento attivo degli studenti nel processo di insegnamento-apprendimento [15], sono stati suggeriti i seguenti approcci e metodi [16]:

- metodologia IBSE (*Inquiry Based Science Education*) o IBL (*Inquiry Based Learning*), come promosso dalla Commissione Europea [17];
- strategia *Search, Solve, Create and Share* (SSCS) [18];
- apprendimento cooperativo [19];
- utilizzo del laboratorio povero [20];
- utilizzo dell’approccio *Bring Your Own Device* (BYOD) per l’acquisizione di foto o video, per l’uso di app di misurazione e per l’uso di software di analisi e di simulazione [21];

- scelta di compiti che stimolino il pensiero divergente e la creatività come, per esempio, simulazione di interviste e dibattiti, stesura di articoli, realizzazione di video.

Si ritiene inoltre fondamentale che l'insegnante sia disponibile a una programmazione flessibile che, salvaguardando la coerenza dei percorsi, privilegi il livello di approfondimento rispetto alla quantità di contenuti.

3.2. Ruoli

In una didattica centrata sul discente il ruolo di guida e di mediazione dell'insegnante e la partecipazione attiva degli studenti sono basilari. L'insegnante, nel condurre le discussioni, accendendo e mantenendo viva la curiosità e l'interesse, dovrebbe prestare attenzione alle misconcezioni [22,23], preferire un approccio ricorsivo, lavorare su problemi aperti, scegliere accuratamente gli esercizi, guidare gli studenti a un utilizzo consapevole del libro di testo e insegnare facendo domande, per stimolare la riflessione e la strutturazione del sapere acquisito. Lo studente dovrebbe altresì imparare a riflettere, a confrontarsi all'interno del gruppo, a ipotizzare, progettare, verificare, pensare dal punto di vista fisico, ragionare sui testi dei problemi, individuare incongruenze, riconoscere dati inconsistenti, controllare la ragionevolezza dei risultati, descrivere procedimenti e ragionamenti.

3.3. I percorsi

Ogni percorso tematico parte da un *innesco*, una situazione o un problema reale scelto per suscitare l'interesse degli studenti (per esempio: "si consuma più energia correndo o camminando?"). Una o più domande stimolo conducono poi a una discussione che permette all'insegnante di ricavare informazioni sulle misconcezioni, sui modi di ragionare e sulle conoscenze pregresse degli studenti, per poi affrontare le sequenze che caratterizzano il percorso stesso. Ciascun percorso prevede una riflessione sui concetti chiave frequentemente oggetto di misconcezioni, una mappa concettuale, eventuali espansioni transdisciplinari, alcune note di approfondimento per il docente e la descrizione dettagliata delle sequenze di insegnamento-apprendimento che si sviluppano attraverso una domanda stimolo, alcune domande guida, le schede degli esperimenti e alcuni esempi di problemi ed esercizi per l'apprendimento e la verifica. Ogni percorso è inoltre accompagnato da alcune letture da proporre agli studenti.

I percorsi di questa sperimentazione sono così sintetizzati:

- 1) SARÀ VERO? Un approccio scientifico a credenze, fake news, video e post virali.

Macro-area: fisica per pensare.

Classe: prima scientifico e terza non scientifico.

Durata indicativa: 12 ore.

Area concettuale: i fondamenti del metodo scientifico.

Conoscenza: il linguaggio della fisica. Caratteristiche della scienza e aspetti epistemologici.

Concetti chiave: stima e misura, grandezze fisiche.

- 2) IL TELESCOPIO. Costruire un telescopio per comprendere le leggi dell'ottica.
Macro-area: fisica per progettare.
Classe: prima scientifico e quarta non scientifico.
Durata indicativa: 24 ore.
Area concettuale: ottica.
Conoscenza: leggi ideali dell'ottica geometrica. Specchi, lenti, strumenti ottici.
Concetti chiave: luce, colore e visione.
- 3) CON LA TESTA TRA LE NUVOLE. L'analisi meteorologica per parlare di misure e proprietà termiche
Macro-area: fisica intorno a noi.
Classe: prima scientifico e quarta non scientifico.
Durata indicativa: 36 ore.
Area concettuale: i fondamenti del metodo scientifico. Aspetti termodinamici del mondo fisico.
Conoscenza: tratti fondanti del metodo scientifico nell'osservazione e nella misura. Principali grandezze fisiche, loro dimensioni e unità di misura. Strumenti di misura, incertezza sulla misura. Proprietà termiche della materia.
Concetti chiave: calore e temperatura.
- 4) PASSO DOPO PASSO. L'analisi della camminata e della corsa per parlare di meccanica.
Macro-area: fisica intorno a noi.
Classe: seconda scientifico e terza non scientifico.
Durata indicativa: 36 ore.
Area concettuale: meccanica.
Conoscenza: forza come interazione di scambio, urti.
Concetti chiave: principi della meccanica classica e loro applicazioni.

Ciascun percorso è costituito da due o tre sequenze di insegnamento-apprendimento, per le quali si propone una struttura di massima modulabile di volta in volta a seconda del contenuto e dell'interesse della classe, le cui fasi sono descritte in tabella II.

Ogni esperimento è corredato da tre schede:

- 1) una guida per lo studente caratterizzata da un incipit che esplicita il legame tra il tema del percorso e l'esperimento ed evidenzia la connessione tra i fenomeni naturali e il loro studio mediante i modelli utilizzati nel laboratorio. Tale scheda è sintetica, perché pensata per l'insegnante che, consapevole degli obiettivi da raggiungere, potrebbe proporre alcuni esperimenti sotto forma di problema [24], così che siano gli studenti stessi a fare ipotesi e previsioni e a stabilire come progettare l'esperimento stesso per verificarle;
- 2) una scheda in bianco intitolata "osservazioni e domande", sulla quale lo studente dovrà riportare eventuali dubbi e questioni prima dell'intervento esplicativo dell'insegnante, che le potrà così sfruttare per progettare la lezione dialogica in modo più mirato;
- 3) una scheda con suggerimenti per gli insegnanti.

TABELLA II. – Descrizione sintetica dei percorsi.

Fasi	Lo studente/ la studentessa:	L'insegnante:
Discussione tra pari	riflette e si confronta con i compagni.	non interviene, evita espressioni anche non verbali di approvazione o disapprovazione, prende appunti e al termine della lezione li condivide con gli studenti.
Ideazione di esperimenti o riflessione sugli esperimenti proposti	riflette e si confronta con i compagni; lavora in piccoli gruppi; L'eventuale stesura della sequenza operativa viene assegnata come compito a casa.	ascolta; interviene con suggerimenti; annota le idee alla lavagna; suggerisce a ciascun gruppo come predisporre una sequenza operativa per ciascun esperimento.
A gruppi: esecuzione esperimento progettato	lavora in piccoli gruppi; compila la scheda "osservazioni e domande"; può preparare una relazione scritta, secondo le indicazioni dell'insegnante.	interviene con suggerimenti e annota le idee alla lavagna; introduce la teoria nel corso dell'attività sperimentale.
Condivisione	riflette e si confronta con i compagni; apporta modifiche e correzioni all'eventuale relazione.	guida gli studenti a fare una sintesi relativa agli esperimenti eseguiti.
Esperimento e modello (andata e ritorno)	partecipa attivamente alla lezione.	guida una lezione partecipata, che consenta di contestualizzare quanto appreso sperimentalmente e organizzare la conoscenza.
Riproposizione della domanda stimolo iniziale, ove presente	riflette e si confronta con i compagni per dare risposta alle domande stimolo iniziali, alla luce dei risultati sperimentali.	annota le risposte in un quadro coerente.
Esercizi per rilevare le misconcezioni	lavora in piccoli gruppi: svolgimento e correzione tra pari mediante scambio dei fogli con le risoluzioni; espone e si confronta con i compagni.	passa tra i gruppi fornendo chiarimenti e promuovendo l'autovalutazione
Analisi del libro di testo o di altre fonti	(a casa) riconosce punti di forza e di debolezza della trattazione riportata e prepara una lista di domande; (in classe) ne discute con i compagni.	coordina la discussione.
Riepilogo e conclusioni	partecipa attivamente alla lezione.	guida la lezione partecipata per introdurre la sequenza successiva.

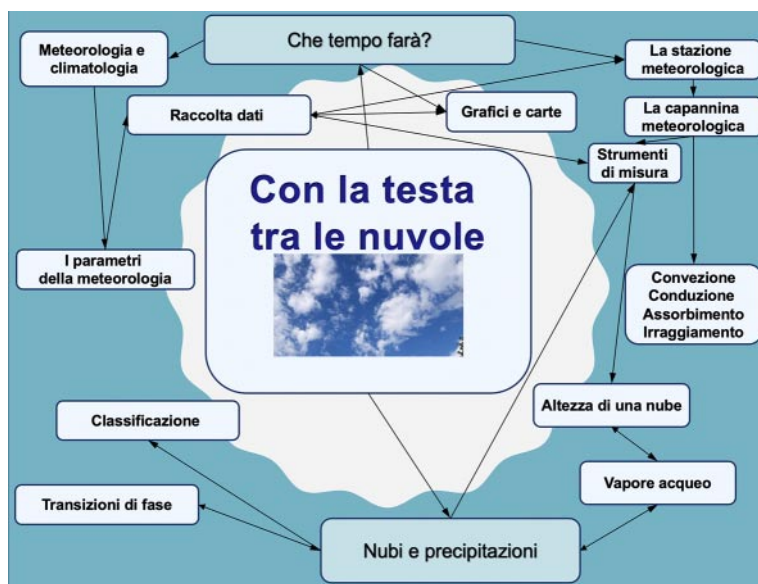


Fig. 4. – Mappa concettuale tipo.

Per superare l'incapacità di descrivere qualitativamente un fenomeno fisico e la tendenza a spiegare i fenomeni utilizzando formule e calcoli [25], la PER suggerisce di modellizzare i problemi utilizzando rappresentazioni multiple [26, 27]: vignette, illustrazioni, schemi, grafici, tabelle, narrazione. Si propone una simile attenzione anche nella scelta degli esercizi da rivolgere agli studenti.

3.4. Un esempio di percorso: “Con la testa tra le nuvole”

Ogni proposta è accompagnata da una mappa concettuale (fig. 4) che permette all'insegnante di orientarsi e di visualizzare i nessi logici tra i vari argomenti; vi sono poi delle schede di approfondimento denominate *note per l'insegnante*. Per esempio, nel percorso qui considerato, sono stati preparati degli approfondimenti relativi alle applicazioni della meteorologia, alla raccolta sinottica dei dati, alla classificazione e formazione delle nubi e alle possibili interazioni e contatti con la protezione civile.

Come già spiegato, ogni percorso inizia con un innesco; in questo caso si propone una videoconferenza di un esperto [28]. Quindi, dopo una discussione iniziale, si procede affrontando le sequenze che costituiscono il percorso stesso. “Con la testa tra le nuvole” è suddiviso in due sequenze. La prima, intitolata “che tempo farà?”, permette di introdurre i fondamenti del metodo scientifico, soffermandosi in particolare sugli aspetti relativi alla misura; la seconda, “nubi e precipitazioni”, consente di affrontare i contenuti relativi ad alcuni aspetti di termodinamica e di fisica dell'atmosfera.

Ogni sequenza prende avvio da una determinata situazione ed è seguita da alcune domande guida che permettono di introdurre esperimenti e concetti. Per esempio, nella sequenza “che tempo farà?”, si propone come situazione stimolo un'uscita

sul territorio per osservare una capannina meteorologica, alla quale far seguire una riflessione guidata secondo queste domande/riflessioni:

- Quali sono le caratteristiche della capannina? Perché?
- Quali sono le grandezze che determinano cambiamenti meteorologici?
- Quali sono gli strumenti di misura di queste grandezze?
- Come si può costruire una capannina meteorologica?
- Come deve essere orientata?

4. La sperimentazione

Nell'anno scolastico 2021-2022 hanno aderito e portato a termine la sperimentazione 9 classi del biennio del liceo scientifico e 14 classi di altri licei (artistico, musicale, linguistico, delle scienze umane, economico e sociale). I risultati della sperimentazione hanno evidenziato interesse e apprezzamento da parte di insegnanti e studenti. Tutti i partecipanti ritengono infatti che questi percorsi debbano essere riproposti e la maggior parte di loro ha manifestato il desiderio che questo approccio venga esteso anche ad altri argomenti.

Si riportano di seguito alcuni commenti degli studenti, dai quali si può evincere l'interessante considerazione che questo approccio, diversamente da altri, risulta più impegnativo, proprio perché li vede protagonisti. Molti hanno infatti asserito che la classica lezione nella quale l'insegnante spiega e loro prendono appunti ed eseguono esercizi è molto più *comoda*; gli stessi, però, hanno avuto la percezione di aver ottenuto risultati migliori in termini di apprendimento e motivazione, anche grazie ai continui collegamenti con la realtà.

- *secondo me andrebbe aumentato il numero di ore per questo progetto. Inoltre, andrebbe esteso a più argomenti;*
- *all'inizio ci sembrava di lavorare molto senza ottenere nulla, ma poi, quando abbiamo affrontato teoria ed esercizi, ci siamo accorti che tutto il lavoro sperimentale è stato molto utile: riusciamo ad affrontare e risolvere problemi con più consapevolezza e facilità, perché ci ricordiamo quello che abbiamo visto sperimentalmente;*
- *per qualcuno all'inizio è stato difficile: è più comodo studiare e fare esercizi. Poi però ne abbiamo visto i risultati;*
- *mi è piaciuto poter ragionare su cosa stesse accadendo prima che il prof. mi spiegasse cosa fosse successo;*
- *mi piace applicare questi esperimenti alla vita reale, mi fa capire quanto qualsiasi tipo di materia scientifica sia importante nella vita di tutti i giorni. Mi sto appassionando a queste materie e spero di continuare a imparare cose nuove;*
- *spero di continuare a fare esperimenti del genere, perché riesco a seguire molto di più e gli argomenti mi rimangono più impressi in mente;*
- *l'aspetto che mi ha colpito maggiormente durante entrambi gli esperimenti è quello di lavorare in piccoli gruppi, nel quale possiamo confrontarci, ragionare assieme, esprimere i nostri pareri e condividere le nostre conoscenze.*

Analizzando tutti i questionari somministrati a inizio e fine percorso e leggendo i commenti emerge un miglioramento in termini di atteggiamento verso la disciplina. Per iniziare a monitorare gli effetti relativi all'apprendimento, sono stati coinvolti due docenti che, insegnando in classi parallele, hanno potuto confrontare gli esiti delle verifiche mediante una classe di controllo, come indicato nella sez. 2.2, riferendo che la valutazione media relativa alle verifiche in itinere è risultata in certa misura superiore nelle classi nelle quali è stata attuata la sperimentazione.

5. Conclusioni

Nell'arco del triennio 2019–22 sono stati progettati e sperimentati quattro percorsi tematici nell'ambito di un rinnovamento del curriculum di fisica per il primo biennio del liceo scientifico “espanso” in termini delle ore a disposizione. In due casi l'apprendimento è stato monitorato mediante una classe di controllo. Le verifiche in itinere preparate e somministrate dagli insegnanti indicano risultati medi leggermente superiori nelle classi sperimentali rispetto a quelle di controllo. Si ritiene certamente prematuro concludere che la partecipazione alla sperimentazione possa aver influito in modo significativo sul processo di apprendimento. Tuttavia, anche se il confronto tra i sondaggi iniziali e finali, somministrati a tutte le 23 classi, non evidenzia una robusta differenza in termini di appropriazione dei contenuti e di comprensione dei fenomeni, ciò che invece emerge nella sezione “opinione degli studenti” è l'efficacia di questo approccio in termini di motivazione e di atteggiamento verso la disciplina. Poiché il progetto è nato proprio con l'intento di appassionare e coinvolgere maggiormente gli studenti, deduciamo che i dati prodotti da questa indagine e proposta confermano in buona misura la validità di questo approccio.

Bibliografia

- [1] BALOGOVÁ B. e JEŠKOVÁ Z., “Impact of inquiry activities in physics teaching on the level of students' inquiry skills”, *J. Phys.: Conf. Ser.*, **1076** (2018) 012021.
- [2] HUFRI *et al.*, “Practicality and effectiveness of physics teaching materials based on contextual through inquiry to increase students' science literacy”, *J. Phys.: Conf. Ser.*, **1317** (2019) 012159.
- [3] ERSOY A. F., *The effects of context based approach to Teaching on students' physics achievements, Motivation for learning physics and attitudes Towards physics*, Doctoral Thesis in Social Sciences with the profile of Psychology & Pedagogy (UET) 2016.
- [4] ELJKELHOF H. e LIJNSE P., “The role of research and development to improve STS education: experiences from the PLON project”, *Int. J. Sci. Educ.*, **10** (1988) 464.
- [5] MICHELINI M. *et al.*, “Educazione scientifica nell'educazione stradale”, *Fis. Scuola*, **XLIV**, No. 4 Suppl. (2011) 43.
- [6] TAMBORINI M. *et al.*, “Waves in a swimming pool: a teaching/learning path for teachers education”, *J. Phys.: Conf. Ser.*, **2297** (2022) 012025.
- [7] BONANNO A. *et al.*, “Physics meets fine arts: A Project-Based learning path on infrared imaging”, *Eur. J. Phys.*, **39** (2018) 025805.

- [8] Decreto 7 ottobre 2010 n. 211, MIUR, “Schema di regolamento recante «Indicazioni nazionali riguardanti gli obiettivi specifici di apprendimento concernenti le attività e gli insegnamenti compresi nei piani degli studi previsti per i percorsi liceali di cui all’articolo 10, comma 3, del decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 89, in relazione all’articolo 2, commi 1 e 3, del medesimo regolamento.”, GU Serie Generale n.291 del 14-12-2010 - Suppl. Ordinario n. 275 (2010).
- [9] *Linee guida per l’elaborazione dei piani di studio delle istituzioni scolastiche*, Provincia autonoma di Trento, <https://www.vivoscuola.it/Schede-informative/Piani-di-studio-SECONDO-CICLO>.
- [10] “Raccomandazione del 22 maggio 2018 relativa alle competenze chiave per l’apprendimento permanente”, *Gazzetta ufficiale dell’Unione europea* (2018/C 189/01).
- [11] “Conclusioni del Consiglio e dei rappresentanti dei governi degli Stati membri, riuniti in sede di Consiglio, del 22 maggio 2008, sulla promozione della creatività e dell’innovazione attraverso l’istruzione e la formazione”, *Gazzetta ufficiale dell’Unione europea*, (2008/C 141/10).
- [12] BRUNER J., *La cultura dell’educazione* (Feltrinelli Editore) 2015.
- [13] POPPER K. R., *Il realismo e lo scopo della scienza*, a cura di BARTLEY W. W. III (Il Saggiatore) 1984.
- [14] PALLOTTINO G. e VICENTINI M., “Insegnare male la Fisica: istruzioni per l’uso - Un modesto contributo al declino della cultura scientifica in Italia”, *Fis. Scuola*, **XLII**, No. 3 (2009) 133.
- [15] BONWELL C. C. e EISON J. A., “Active Learning: Creating Excitement in the Classroom”, *ASHE-ERIC Higher Education Reports*, n. 1 (Washington D.C.) 1991.
- [16] <https://www.metodologiedidattiche.it/>.
- [17] ROCARD M. *et al.*, *Rocard report: Science Education Now: A New Pedagogy for the Future of Europe* (European Commission) 2007, <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>.
- [18] PUTRI Q. S. *et al.*, “Review of Learning Result of The Physics Base on SSCS (Search, Solve, Create, and Share) Model in Terms of Critical Thinking Skills”, *J. Phys.: Conf. Ser.*, **2243** (2022) 012113.
- [19] JOHNSON D. W. e JOHNSON R. T., “Cooperative Learning: The Foundation for Active Learning”, in *Active Learning - Beyond the Future*, a cura di BRITO S. M. (Intechopen) 2019.
- [20] JOSEY S. *et al.*, “Effectiveness of ‘low cost experiments’ in assimilating fundamentals of physics”, *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, **9** (2018) 860.
- [21] MIUR, *Piano Nazionale Scuola Digitale (PNSD)*, <https://scuoladigitale.istruzione.it/pnsd/>.
- [22] MAYER M., *Conoscenza scientifica e conoscenza di senso comune*, tesi di dottorato (CEDE, Roma) 1987.
- [23] <https://www.physport.org/Assesstment.cfm>.
- [24] KIRSCHNER P. A. *et al.*, “Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching”, *Educ. Psychol.*, **41** (2006) 75.
- [25] “Contribuire allo sviluppo professionale dei docenti di fisica nella scuola secondaria”, convegno, Piano Lauree Scientifiche – Fisica, (febbraio 2021), <http://www.laureescientifichefisica.unict.it/content/convegno-febbraio-2021>.
- [26] FOGARTY I. e GEELAN D., “Multiple Teaching Approaches, Teaching Sequence And Concept Retention In High School Physics Education”, *J. Comput. Math. Sci. Teach.*, **32** (2013) 285.
- [27] CITRA C. *et al.*, “The Practicality and Effectiveness of Multiple Representations Based Teaching Material to Improve Student’s Self-Efficacy and Ability of Physics Problem Solving”, *J. Phys.: Conf. Ser.*, **1467** (2020) 012029.
- [28] ZARDI D., *Quale clima ci aspetta nel 2039*, TEDx Trento, TEDx Talks, <https://www.youtube.com/watch?v=wAeIoB0kpyU>.