

TeaMS



Take your seat and relax!

Antonella Del Rosso,¹

¹TeaMS Editor in Chief, CERN



Fig. 1: Flying after take-off. In viaggio, dopo il decollo. (Photo by [Ross Parmlly](#) on [Unsplash](#))

Carissimi docenti e lettori, come il titolo di questo editoriale recita, qui a TeaMS ci sentiamo proprio come quando, pochi minuti dopo il decollo, il segnale delle cinture di sicurezza si spegne e il personale di bordo annuncia che l'aereo è in assetto stabile e possiamo rilassarci e goderci il viaggio. Siamo al secondo numero di TeaMS e il decollo è andato benissimo! Un sincero Grazie a tutti voi!

Dopo il lancio del primo numero, alcuni di voi ci hanno chiesto se gli articoli di TeaMS si possono condividere. Sì, certamente, anzi, in pieno spirito CERN, ci stupiremmo se non lo faceste.

Questo secondo numero ci regala già una novità: una nuova serie di articoli che abbiamo deciso di chiamare "CERN Stories". L'autore di questi articoli è Tullio Basaglia, lo stesso che, in ogni numero, condivide con noi le sue selezioni di libri di scienza nella rubrica *Books, books, books*. Tullio ha lavorato nella biblioteca del CERN per molti anni e lì è venuto a conoscenza di storie "cerniote"¹ a volte molto curiose. La prima di queste

storie riguarda proprio la prima pietra del Laboratorio su cui aleggia un profondo mistero che potrete imparare a conoscere proprio su TeaMS. Il mistero della prima pietra non è l'unica esclusiva di questo numero: nella rubrica CERN Focus, infatti, troverete le primissime foto della nuova mostra allestita a SM18, la hall di test dei magneti in cui è a buon punto l'assemblaggio di diversi componenti del futuro acceleratore, l'HL-LHC. Dopo un fermo di quasi due anni, l'intero itinerario di visita riaprirà, rinnovato e bellissimo, al pubblico: ci sarete anche voi?

Naturalmente, il vero fulcro di questo secondo numero sono i due articoli principali in cui potrete leggere di un metodo innovativo per l'insegnamento dell'energia e di come utilizzare rime e fumetti per spiegare il numero di Avogadro.

Buona lettura a tutti voi e buon viaggio insieme a noi!

Antonella Del Rosso

¹ Gli italiani al CERN, tra di loro, si chiamano « cerniotti », ovvero, « del CERN »

The Avogadro's number: explain it with a comic-strip!

Antonio Maiolino

Docente di Scienze Naturali del liceo "Vittorio Sereni", Luino (VA), Italy
Corresponding author: amaiolino@docenti.liceoluino.it

ABSTRACT

In the study of chemistry, Avogadro's Number, which defines the "mole", is key to understand phenomena and carrying out most exercises in the classroom. This article presents some thought experiments that make it possible to effectively visualise the unusual dimensions of the number. These experiments were accompanied in class by an imaginary narrative involving the students, who were then invited in groups to produce a comic strip using digital tools. The work of the different groups was analysed and then organised into a final product by some students who volunteered to develop the graphic parts and assemble the final product.

Keywords: Avogadro number; chemistry.

Received: May, 2023. *Accepted:* July, 2023

INTRODUZIONE E CONTESTO

Per diverse ragioni l'insegnamento delle materie scientifiche (Scienze naturali) nelle scuole superiori finisce spesso per essere una complicata sequenza di informazioni da memorizzare e collegare, spesso con evidenti difficoltà, informazioni che raramente si consolidano in modelli interpretativi del reale coerenti e funzionali.

In altre parole, ciò che si sedimenta negli anni sono ricordi quasi sempre superficiali e scollegati dei fenomeni studiati, soprattutto se si rincorrono gli ipertrofici programmi ministeriali che, nel liceo scientifico opzione scienze applicate, spaziano dall'astronomia al DNA ricombinante, passando per la chimica organica e inorganica. Tale mole di informazioni da gestire restringe in maniera drammatica lo spazio che è possibile dedicare alla sperimentazione e alla riflessione, spazio necessario perché si incida in modo significativo sulla comprensione dei contenuti.

Negli ultimi anni sono state proposte e diffuse numerose metodologie didattiche innovative legate alle discipline STEAM (Scienze, Tecnologia, Ingegneria, Arte, Matematica) che contemplan l'utilizzo educativo delle tecnologie finalizzate allo sviluppo di competenze creative, cognitive, relazionali ed emotive in una prospettiva di collaborazione, *soft skills* ritenute indispensabili in qualsiasi scenario professionale dei nostri tempi.

Le esperienze più efficaci di apprendimento delle scienze valorizzano il ragionamento collaborativo e creativo utilizzando gli strumenti tecnologici per facilitare l'interazione e la partecipazione di tutti gli studenti del gruppo, nonché la *feedback* immediato sul lavoro svolto.

Viviamo in un contesto in cui le informazioni non illuminano il mondo: l'entropia di dati in cui siamo immersi determina il fatto che in realtà non informino più, bensì, spesso, deformino. Come riportato da V. Smil nel libro *I numeri non mentono* [1] nel 2016 sono stati creati 10^{21} byte di informazioni che si prevede diverranno 10^{23} nel 2025. Di fatto ogni essere umano riceve una quantità di dati che supera di un paio di ordini di grandezza le pur notevoli capacità di rielaborazione del cervello (sovraccarico cognitivo).

Il sistema scolastico tradizionale tratta lo studente come un contenitore di nozioni plasmabile che l'insegnante ha il compito di modellare e riempire. Da questo punto di vista l'impresa è diventata paradossale: per quale ragione e a che prezzo, dal punto di vista sociale, lo studente medio dovrebbe selezionare e conservare a lungo l'irrisoria, rispetto a tutto il resto, percentuale di informazioni "scolastiche"?

In un recente sondaggio [2] svolto tra i docenti (un centinaio) e gli alunni (circa 1200) del liceo dove insegno circa l'80% degli intervistati ha dichiarato di ritenere necessario un cambiamento sostanziale della didattica, risultato per alcuni versi sorprendente che immagino derivi dalla percezione più o meno consapevole di quanto sostenuto in precedenza.

Tali contraddizioni oggi molto evidenti sono, dal mio punto di vista, presenti già da qualche decennio. Traendo ispirazione dal pensiero di Edgar Morin [3], Seymour Papert [4], Ken Robinson [5] e dalla didattica costruttivista [6] ritengo da sempre l'apprendimento un processo creativo che deve portare a modificare, arricchendola, la propria rappresentazione del mondo.

L'insegnamento delle scienze non può prescindere da questo obiettivo perseguibile con numerosi strumenti e strategie, ma che non può fare a meno della riflessione,

indispensabile per dare un senso ai dati e trasformare la conoscenza in comprensione.



Fig. 1 Sovraccarico cognitivo interpretato da C. M. alunna della classe 3C

DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ¹

L'esperimento didattico è stato realizzato nell'anno scolastico 2021/22 in una classe seconda del Liceo Scientifico "Vittorio Sereni" di Luino (VA), un liceo inserito in un ambiente provinciale. La classe coinvolta, come spesso affermiamo noi insegnanti, "mostra capacità, interessi e personalità eterogenee" (e meno male): da questo punto di vista gli alunni partecipanti rientrano in una casistica standard di adolescenti liceali, in altre parole una classe tutt'altro che problematica, qualsiasi accezione del termine si voglia considerare.

Mi sono reso conto, negli anni, che uno dei limiti da superare per un efficace insegnamento delle STEAM risiede nella corretta interpretazione dei dati, ovvero delle misure associate e dei relativi ordini di grandezza.

Il linguaggio della scienza è fatto di numeri scaturiti da misure e dal mio punto di vista è necessario far riflettere i ragazzi sul significato profondo di alcune grandezze; il numero di Avogadro N è senz'altro una di queste per:

- importanza storica
- enorme dimensione del numero
- essere una delle unità di misura fondamentali del SI (mole)

L'ipotesi di Avogadro ha accompagnato lo sviluppo della chimica del XIX secolo, epoca in cui diversi illustri scienziati hanno messo in dubbio la reale esistenza degli atomi. È importante far notare come gli ordini di grandezza del numero di Avogadro che si ottenevano sperimentalmente (non lontani dal valore reale) fossero una delle cause di tali dubbi, in poche parole le dimensioni spropositate del numero generavano dubbi sull'esistenza di entità (atomi e molecole) incredibilmente piccole.

Acquisire consapevolezza delle dimensioni di N e di conseguenza delle particelle elementari di cui è costituita la materia è, infatti, tutt'altro che banale. Per ottenerla risultano efficaci alcuni esperimenti mentali (metodo che ritengo molto utile in vari contesti [7]) rispetto al numero di Avogadro ne esistono diversi, nella fattispecie sono stati utilizzati:

- la valutazione del tempo necessario al conteggio di una mole di atomi;
- la marcatura delle molecole d'acqua presenti in un bicchiere, molecole poi versate in mare e distribuite uniformemente in tutti gli oceani del pianeta.

Nel primo caso si tratta di effettuare una serie di semplici calcoli stimando il tempo necessario per contare fino a N ipotizzando una velocità di 10 numeri al secondo. Il primo risultato che si ottiene è lo stupore di arrivare solo fino a 315 milioni contando ininterrottamente, notte compresa, per un anno. Il risultato finale di $1,91 \cdot 10^{15}$ anni (un milione e novecento diecimila miliardi di anni) è comunque un numero ancora troppo grande per essere in qualche modo compreso dagli studenti (occorre farli riflettere sul passare del tempo, ad esempio, utilizzando strumenti visuali [8]).

Nel secondo caso l'esperimento mentale consiste nell'immaginare di marcare (ad esempio ricorrendo a degli isotopi) le molecole d'acqua presenti in un bicchiere (circa 10 moli) per poi versarle in mare e immaginare di mescolarle uniformemente con tutti gli oceani della Terra (è interessante far riflettere gli studenti su questo punto). Si stima quindi il volume complessivo dell'acqua presente negli oceani VOc (circa 1,38 miliardi di km^3 : si può cercare nel web, ma è utile arrivarci con una stima partendo dalla profondità media degli oceani e moltiplicandola per la superficie degli stessi) e si divide per il volume di un bicchiere Vb (180 cc) ottenendo così il numero di bicchieri d'acqua contenuti negli oceani $NbOc$. Si constata che il numero di molecole presenti in un bicchiere di 180 cc d'acqua (10 moli) è circa 785 volte più grande di $NbOc$. Di conseguenza, prelevando un bicchiere d'acqua oceanica in qualsiasi parte del globo troveremmo in media quasi 800 delle molecole d'acqua marcate in origine.

¹ Prima di procedere nella lettura, ritengo sia utile guardare il video e/o il fumetto prodotti utilizzando i link presenti in coda all'articolo.

Questo esperimento mentale risulta, in genere, più efficace del primo in quanto i numeri in gioco sono più facilmente visualizzabili e il percorso concettuale articolato, per essere compreso, costringe in qualche modo a una più profonda riflessione.

In questa occasione gli “esperimenti mentali” del conteggio e della marcatura sono stati inglobati in una narrazione che ha coinvolto gli studenti durante una normale ora di lezione. In pratica ho creato al momento una storia basata sugli esperimenti mentali citati in cui i protagonisti immaginari erano tre alunni della classe stessa.

La risposta ottenuta in termini di attenzione e curiosità mi ha indotto, nei giorni successivi, a creare un canovaccio del racconto con l’idea di proporlo ai ragazzi come trama di un fumetto da realizzare. La traccia inizialmente era questa:

“Un’alunna della classe (kappa) con la passione per i fumetti dipinge per noia le molecole di acqua presenti in un bicchiere impiegando un ENORME lasso di tempo; un’altra alunna (Canzonissima) le versa distrattamente nel lavandino; un terzo alunno (Franco B.) è coinvolto nel ripescaggio delle molecole disegnate da Kappa sparse in tutti gli oceani del globo.”

Su questa traccia gli alunni divisi in cinque gruppi sono stati invitati, lavorando in modo autonomo a casa, a produrre il fumetto arricchendo la storia di particolari e utilizzando *Canva* [9] come strumento per la realizzazione dello stesso. Dopo un mese circa abbiamo analizzato criticamente i prodotti dei diversi gruppi soffermandoci in particolare sugli aspetti creativi accettabili dal punto di vista scientifico.

Questa fase, dal mio punto di vista, è stata didatticamente la più importante in quanto ha permesso:

- di valorizzare la diversità e la creatività delle soluzioni proposte;
- un confronto (*debate*) sull’efficacia delle stesse;
- una riflessione sulle idee messe in campo e sulla loro efficacia comunicativa all’interno dei confini della conoscenza scientifica;
- una riflessione sull’importanza dell’immaginazione nella genesi delle idee (ipotesi) e su come queste si possano verificare nella realtà.



Fig. 2 Esempi delle tavole prodotte dai diversi gruppi

Nel frattempo le consuete verifiche basate su esercizi che per essere risolti richiedevano di padroneggiare il concetto di mole avevano dato risultati confortanti. Ovviamente non è stato possibile comparare questi risultati con quelli realizzabili utilizzando differenti strategie didattiche, ma ho ritenuto soddisfacente, in ogni caso, il fatto di avere ottenuto una percentuale di valutazioni positive superiore di circa il 10% rispetto a quelle raggiunte da altre classi in due anni scolastici precedenti.

Tutto ciò, considerata anche la varietà degli spunti emersi, mi ha indotto a proporre agli studenti di assemblare collettivamente i lavori svolti in un prodotto finale, realizzato concretamente da un gruppo di alunne su base volontaria.



Fig. 3 Le alunne responsabili della fase finale

In un primo momento ho provveduto a riscrivere la sceneggiatura integrandola e arricchendola con ciò che era emerso nella fase di analisi e discussione collettiva, inserendo fra le altre cose alcuni riferimenti al libro di Douglas Adams *Guida galattica per gli autostoppisti* [10] che avevo citato nella parte relativa al rapimento da parte degli alieni.

In due incontri pomeridiani si è discussa ulteriormente la trama definendo compiti e tempi per la realizzazione del video/fumetto. Un’alunna ha creato tutti i disegni, le altre hanno colorato gli stessi e prodotto la versione video. I disegni sono stati realizzati con una tavoletta grafica, il

montaggio del video e del fumetto con la piattaforma gratuita *Canva*.

RISULTATI

Si possono sintetizzare i risultati attesi nel seguente schema:

Finalità generali e obiettivi di apprendimento:

- stimolare la fase riflessiva rispetto alla semplice acquisizione del dato informativo;
- incentivare la creatività;
- usare l'immaginazione come strumento di apprendimento;
- sperimentare l'efficacia del lavoro di gruppo e dello spirito collaborativo;
- sperimentare il piacere che si prova nell'esprimere la creatività.

Al riguardo è stata effettuata una valutazione in itinere relativamente al processo, alla modalità del lavoro di gruppo e alla capacità di interazione degli studenti.

Tale valutazione si è basata sull'esposizione del lavoro realizzato, ponendo agli alunni (e facendo porre dai compagni) domande relative alle scelte fatte e agli elementi narrativi proposti. In pratica si sono raccolte delle micro valutazioni su diversi aspetti dell'attività svolta che, inserite in un foglio di calcolo realizzato ad hoc, hanno contribuito all'assegnazione di un voto individuale.

Nonostante la giovane età, o forse grazie ad essa, si è osservato un entusiasmo contagioso nella fase di costruzione della storia (i tre alunni coinvolti come *attori* nella narrazione sono stati scelti casualmente). La fase di analisi e critica dei prodotti realizzati dai diversi gruppi è stata caratterizzata da un vivace dibattito a cui hanno partecipato attivamente quasi tutti i ragazzi. Il prodotto finale condiviso è stato oggetto di ulteriori analisi e commenti da parte degli studenti.

A distanza di un anno, utilizzando come spunto una mia filastrocca sulla mole, si è potuto verificare quanto il ricordo del racconto sia ancora vivo negli studenti e, soprattutto, quanto lo siano la consapevolezza delle dimensioni del numero, dei concetti scientifici presenti nei vari momenti del racconto e dei metodi che si possono utilizzare per stimare l'ordine di grandezza di una mole.

La filastrocca recita:

*Dovrebbe stare
come un quadro sospeso
il Numero di Avogadro
in ogni aula appeso.
Sei e qualcosa
per dieci alla ventitré
prova a rifletterci
per un attimo da te.*

*È un numero importante
comunque lo si prenda
per i chimici l'essenza
diciamo pure una leggenda.
La sostanza delle cose
con la mole si misura
se le quantità vuoi usare
devi averne giusta cura.
Ti permette di sapere
non potendo farne a meno
le masse da utilizzare
e quelle che otterremo.
Bilanciando le reazioni
senza fare errori
con le formule e le moli
sono tutte rose e fiori.
Come disse Paracelso
per un chimico si sa
ciò che conta al fine
sono solo le quantità.*

Dopo averla mostrata sulla lavagna, ho chiesto agli alunni di interpretarla utilizzando al massimo 80 parole e proponendo loro una sfida con l'analisi generata da *ChatGpt* (versione 3.5).

Allo scopo ho lasciato un'ora a disposizione della classe divisa in piccoli gruppi e, in seguito, ho chiesto loro di confrontarsi per arrivare a una sorta di documento comune che riassume quanto emerso dal confronto.

Con profonda soddisfazione mia e degli alunni ho potuto constatare che l'analisi di *ChatGpt* [11] pur sorprendente e sintatticamente corretta risultava troppo didascalica e meno ricca di significati rispetto a quella proposta dai ragazzi. In altre parole, l'impressione era quella che la classe nel suo complesso avesse compreso più a fondo il significato della poesia rispetto all'AI.

Dando per scontato che l'attuale livello dell'AI non possiede nessuna forma di coscienza e quindi propone risultati automatici su base statistica, è stato interessante far riflettere i ragazzi su cosa significhi effettivamente "conoscere" analizzando le differenze tra la loro interpretazione della poesia e quella prodotta dall'AI. In particolare, pur ammettendo difficoltà non facilmente superabili, è emersa da parte degli alunni la consapevolezza dell'importanza di sapere utilizzare le conoscenze acquisite per decifrare i fenomeni naturali e individuare le relazioni fra gli stessi.

CONCLUSIONI

La realizzazione del fumetto sul numero di Avogadro ha di fatto permesso di utilizzare tutte le "4 C" individuate come competenze chiave nell'istruzione del 21° secolo: *creatività, collaborazione, pensiero critico e comunicazione* [12].

Si è potuto verificare il fatto che l'apprendimento a partire da specifiche doti, talenti e interessi degli studenti risulta in media più profondo, coinvolgente e organico.

È stato sorprendente valutare il grado di soddisfazione che la maggior parte degli alunni ha raggiunto nell'esprimere la propria creatività e il conseguente impegno profuso nel manifestarla.

Devo comunque confessare che, per quanto mi riguarda, lo scopo principale, al di là dell'aspetto emotivo-relazionale, è stato quello di costringere gli alunni alla riflessione su un concetto solitamente assorbito come semplice dato, ma che, una volta fatto proprio, apre le porte a una rappresentazione del mondo atomico più profonda e realistica.

[9] [LINK](#)

[10] Douglas Adams, *Guida galattica per gli autostoppisti*, Milano, Mondadori, 1979.

[11] *Interpretazione della poesia di ChatGpt utilizzando al massimo 80 parole:*

La poesia sottolinea l'importanza del Numero di Avogadro nella chimica, proponendo di collocarlo come un'opera d'arte nelle aule. Esprime la grandezza del numero e la sua centralità per i chimici, definendolo una leggenda. Descrive come la misurazione delle quantità attraverso la mole sia cruciale per l'uso corretto delle sostanze. La poesia esalta il valore del bilanciamento delle reazioni e l'utilizzo delle formule e delle moli nella chimica, citando Paracelso e affermando che ciò che conta sono solo le quantità.

[12] [LINK](#)

MATERIALI UTILIZZATI

Sono stati utilizzati: tavolette grafiche, Canva, Google Classroom, Google Meet e un'apposita chat per gestire le varie fasi della produzione.

Le metodologie didattiche coinvolte nelle diverse fasi sono state lo storytelling, il *cooperative learning* e il *team building*.

LINK AI PRODOTTI REALIZZATI

Di seguito i link ai prodotti finali, video e fumetto.

Video: [LINK](#)

Fumetto: [LINK](#)

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano tutti gli studenti della 2C 2021/22 del Liceo Scientifico "V. Sereni" di Luino e in particolare M. Chiappa (kappa), G. Orzelleca (Orzi), A. Canzoniere (Canzonissima), N. Nardone e L. Formentini.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] Vaclav Smil, *I numeri non mentono - Brevi storie per capire il mondo*, Torino, Einaudi, 2021.

[2] [LINK](#)

[3] Edgar Morin, *I sette saperi necessari all'educazione del futuro*, Milano, Raffaello Cortina Editore, 2001; Id., *La testa ben fatta. Riforma dell'insegnamento e riforma del pensiero*, Milano, Raffaello Cortina Editore, 1999; Id., *Insegnare a vivere. Manifesto per cambiare l'educazione*, Milano, Raffaello Cortina Editore, 2015.

[4] https://it.wikipedia.org/wiki/Seymour_Papert

[5] [LINK](#)

[6] Anna Carletti - Andrea Varani, *Didattica costruttivista. Dalle teorie alla pratica in classe*, Trento, Erickson, 2004.

[7] <https://journals.openedition.org/estetica/1830>

[8] <https://theuselessweb.site/hereistoday/>

Energy games: implementing an ISLE-based learning sequence to teach energy in technical and vocational schools

Valentina Bologna^{1*}, Andrea Bussani²

¹Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Trieste, via Alfonso Valerio 2, 34127, Trieste, Italy; ²ISIS Da Vinci Carli de Sandrinelli, via Paolo Veronese 3, 34144, Trieste, Italy

*Corresponding author: valentina.bologna@units.it, andrea.bussani@gmail.com

ABSTRACT

Teaching energy is a challenging task. This is particularly true in technical and vocational schools since physics is taught only in 9-10th grades, and the percentage of students with special educational needs is higher than in other secondary schools. To cope with these issues, we developed an ISLE-based learning sequence to introduce the concept of energy, starting from qualitative conceptualisation; then, we implemented the learning sequence in two 9th-grade classes of a technical school in Italy. This research represents the first educational trial in Italy to introduce ISLE in technical and vocational schools.

Keywords: Technical schools; vocational schools; energy; ISLE.

Received: May, 2023. Accepted: July, 2023

INTRODUZIONE

L'insegnamento della fisica negli Istituti Tecnici e Professionali si colloca in massima parte nel primo biennio, con sensibili differenze a seconda dell'indirizzo considerato: i quadri orari nazionali (MIUR, 2010), infatti, prevedono due anni di corso di fisica – in prima e in seconda – negli Istituti Tecnici ad indirizzo Tecnologico, mentre è previsto un solo anno di insegnamento – nella classe prima – negli Istituti Tecnici ad indirizzo Economico; per quanto concerne gli Istituti Professionali, in seguito alla loro riforma nel 2018 (MIUR, 2018), nel primo biennio è previsto l'insegnamento di scienze integrate, che include nei suoi contenuti elementi di fisica, chimica, scienze della terra e biologia.

Oltre alla difficoltà di sviluppare il corso di fisica nel solo biennio, vi sono ulteriori ed importanti aspetti che il docente di fisica degli Istituti Tecnici e Professionali deve tenere in considerazione nella propria progettazione didattica:

In base alle rilevazioni Invalsi del 2022 relative al grado 10 (15/16 anni), la percentuale di studenti degli Istituti Professionali che raggiungono i traguardi previsti in matematica – disciplina ritenuta propedeutica allo studio della fisica – è pari al 17%; negli istituti tecnici tale percentuale sale al 53%; è altresì piuttosto marcata la distanza tra queste due percentuali e il corrispondente valore raggiunto nei licei scientifici, pari all'88% (INVALSI, 2022).

Nell'anno scolastico 2021/22 gli Istituti Professionali hanno registrato la maggiore percentuale (17.5%) di

studenti con Bisogni Educativi Speciali (BES) rispetto agli altri Istituti della secondaria di secondo grado; la percentuale di studenti con BES negli Istituti Tecnici scende all'11.3%; nei Licei ad indirizzo Scientifico e Classico tale percentuale raggiunge il valore minimo, ossia approssimativamente pari al 5% (ISTAT, 2022).

È evidente come questi fattori possano rendere l'insegnamento della fisica negli Istituti Tecnici e Professionali una sfida educativa straordinariamente complessa. Le rilevazioni statistiche sopra elencate non possono che indurre e incentivare i docenti a cercare soluzioni didattiche che consentano loro di affrontare efficacemente tali difficoltà oggettive. Va inoltre evidenziato che la richiesta di innovazione didattica è stata finora focalizzata maggiormente sulle integrazioni della fisica moderna e della relatività nell'insegnamento liceale, piuttosto che sull'interrogarsi in merito alle esigenze di altri curricula della scuola secondaria (Magliarditi et al., 2020).

Per rispondere alle esigenze di innovazione didattica, il docente di fisica negli Istituti Tecnici e Professionali deve possedere allora - come caratteristica professionale - non solo molte competenze (*skills*) e conoscenze didattico-metodologiche (*knowledge*) ma anche una certa disposizione alla sperimentazione (*disposition*). Questi tre aspetti (competenze, conoscenze e disposizioni) costituiscono lo stile di insegnamento (Etkina et al. 2017). Innovare la propria prassi didattica significa quindi cambiare le proprie competenze, conoscenze e disposizioni per sviluppare "abitudini proficue" (*productive habits*), in termini di efficacia didattica e di risposta concreta alla realtà scolastica in cui si opera.



Infine, va tenuto presente che nella nuova prassi didattica il docente sa che dal processo formativo che mette in opera lo studente deve soprattutto ricevere il *know-how* necessario per rispondere alle esigenze del mercato del lavoro, sempre più indirizzato agli aspetti applicativi delle discipline scientifiche (MIUR, 2010). Sviluppare un atteggiamento positivo negli studenti verso la Fisica è quindi prioritario per sostenerli nella costruzione della loro personalità professionale (Bologna & Peressi 2021a, 2021b). Quali pratiche didattiche siano richieste al docente per un'efficace promozione di tale atteggiamento è stato il principale obiettivo e la domanda di ricerca di questa sperimentazione.

In quest'ottica abbiamo progettato un'unità di apprendimento sull'energia, concetto non solo fondamentale in fisica ma anche trasversale ad altre discipline. L'unità di apprendimento si è sviluppata su numero contenuto di ore e non richiedeva quasi alcun prerequisito matematico. Inoltre, per coinvolgere in modo attivo gli studenti e consentire loro di essere al centro del processo di costruzione del concetto di energia, abbiamo optato per l'approccio ISLE (*Investigative Science Learning Environment*, Etkina et al., 2019). Successivamente alla progettazione, l'unità di apprendimento sull'energia è stata sperimentata in due classi di un Istituto Tecnico. Per quanto di nostra conoscenza, questa unità di apprendimento sull'energia è il primo tentativo documentato di implementare un'unità di apprendimento in fisica con l'approccio ISLE nel biennio degli Istituti Tecnici e Professionali.

ASPETTI TEORICI: L'APPROCCIO ISLE ALLO STUDIO DELLA FISICA

Sviluppare un atteggiamento positivo verso la fisica significa innanzitutto considerare che nell'apprendimento vengono coinvolti non solo aspetti cognitivi, ma anche aspetti emotivi e comportamentali (Bologna & Peressi 2021a, 2021b). L'agire didattico si costruisce e intreccia tutti questi aspetti. Se la fisica piace (aspetto emotivo), mentre si "fa" fisica (aspetto comportamentale) come la "fa" lo scienziato (aspetto cognitivo) allora possiamo stare certi che stiamo usando un approccio efficace. Ed è proprio con queste intenzionalità e con i corrispondenti obiettivi che si caratterizza l'approccio ISLE (Etkina, et al. 2019). L'acronimo inglese racchiude alcuni elementi che ne suggeriscono l'adozione: *Investigative*, perché l'agire dello scienziato è proprio quello di investigare (interrogare) la realtà e i suoi fenomeni; *Science Learning Environment*, perché al centro del processo di indagine non c'è l'insegnante che spiega il fenomeno ma lo studente che osserva, cerca schemi/modelli, fa ipotesi e "balbetta" intorno al fenomeno fisico, con curiosità e ritenendosi "capace di farlo" (Buggé & Etkina, 2020). Ogni indagine è basata su un processo d'indagine che favorisce la costruzione concettuale (Figura 1) da un piano qualitativo ad uno sempre più quantitativo

utilizzando tre tipologie di attività sperimentali: l'esperimento osservativo, l'esperimento di test e l'esperimento applicativo (Etkina et al., 2019). Queste tre tipologie di esperimento si ripetono secondo un livello progressivo di approfondimento concettuale che consente allo studente di appropriarsi dei significati e della comprensione del fenomeno fisico ancor prima di avere a disposizione una sua formulazione in linguaggio matematico (Bologna & Longo, 2022). Proprio per questo motivo, abbiamo ritenuto che questo ambiente di apprendimento sia da privilegiare nella didattica della fisica degli Istituti Tecnico-professionali.

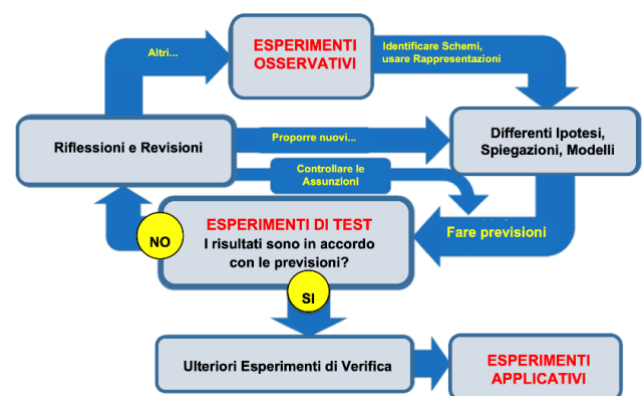


Fig. 1. Il processo ISLE (adattamento italiano dall'originale in Etkina et al., 2019).

A supporto del processo di costruzione concettuale attivato dalle attività sperimentali, gli studenti sono aiutati nel ragionamento utilizzando rappresentazioni multiple (verbale, pittorica, schematica, grafica e matematico/simbolica; Van Heuleven & Zou, 2001): esse giocano un ruolo fondamentale nell'apprendimento della fisica, perché favoriscono la comprensione nell'adozione della pluralità dei linguaggi disciplinari. Passare da una rappresentazione all'altra diventa lo stile cognitivo con cui gli studenti si avvicinano a descrivere il fenomeno e a caratterizzarne le proprietà, ricercando e/o analizzando la situazione presentata (Bologna et al., 2023).

Il linguaggio matematico/simbolico - o se si preferisce la formula - vengono formalizzati solo quando lo studente ha consolidato la comprensione del fenomeno fisico utilizzando altre rappresentazioni, che gli "parlano" della fisica e che comprende qualitativamente prima di arrivare alla generalizzazione e astrazione della legge (più complessa da acquisire anche in termini cognitivi).

Allo stesso tempo l'ambiente di apprendimento che l'approccio ISLE propone soddisfa un altro requisito fondamentale da tenere in considerazione (Bologna & Longo, 2022): secondo le più recenti teorie (Zull, 2004; Dehaene, 2020) nel processo di apprendimento lo studente dovrebbe essere coinvolto non soltanto nella sfera di formulazione astratta del pensiero, ma anche in quella dell'esperienza concreta, del test attivo e dell'osservazione riflessiva (Figura 2). Un'attività

didattica centrata sullo studente, basata sull'osservazione diretta della realtà - che implica poi una fase di riflessione e di elaborazione - è da preferire rispetto al *setting* rigido, che lo stare seduti al proprio posto con davanti un quaderno ed una penna impongono.

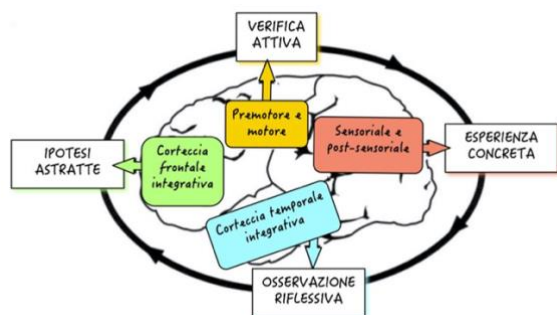


Fig. 2. Adattamento all'italiano del ciclo completo dell'apprendimento di J. E. Zull (2004).

Quindi, dal punto di vista cognitivo, l'ISLE soddisfa due requisiti: la promozione di un ambiente di apprendimento centrato sullo studente e in cui lo studente è attivamente coinvolto e, in secondo luogo, un processo che, attraverso l'uso di rappresentazioni multiple, stimola lo sviluppo del pensiero scientifico, favorendo anche l'apprendimento negli studenti che "con il linguaggio matematico/simbolico" presentano difficoltà (perché magari sono anche studenti con BES).

Infine, c'è un ultimo aspetto che riteniamo degno di nota: l'approccio ISLE è un metodo di insegnamento/apprendimento di "indagine autentica dal punto di vista epistemologico" (*epistemologically authentic inquiry*; Brookes et al., 2020). L'autenticità è scientificamente riconosciuta nell'ambito della ricerca in didattica della fisica (Chinn & Malhotra, 2002), sia sotto il profilo cognitivo (i processi cognitivi messi in atto dagli studenti rispecchiano quelli degli scienziati), sia sotto il profilo epistemologico (il processo di investigazione è lo stesso dell'indagine scientifica). Questo significa che un'esperienza didattica ISLE-based ha un valore epistemologico in sé anche quando il curriculum scolastico delle discipline scientifiche ha un numero di ore limitato.

Per le caratteristiche delineate, lo sviluppo di attività ISLE-based implica l'attivazione di un cambiamento nelle conoscenze dell'insegnante di fisica, nelle sue disposizioni (insegnare la fisica partendo dalla costruzione delle conoscenze dello studente) e nelle sue competenze (adoperare rappresentazioni multiple e favorirne l'utilizzo in un processo di investigazione basato su attività sperimentali). Promuovere, quindi, un'esperienza ISLE-based non è solo un'azione didattica ma è anche un processo di sviluppo di nuove abitudini del docente (Etkina et al., 2017), che si trova a superare abitudini di routine nell'insegnamento, sostituendole con altre "proficue" nel senso anche di efficaci dal punto di vista dell'apprendimento degli studenti.

STRUTTURA GENERALE DELL'ATTIVITÀ

L'unità di apprendimento sull'energia è stata progettata per essere implementata nelle classi prime (grado 9) di Istituti Tecnici ed Istituti Professionali. Per tale motivo, i prerequisiti richiesti sono estremamente contenuti e riguardano competenze scientifiche (Etkina et al., 2006) di base piuttosto che abilità o conoscenze specifiche disciplinari, facilitando così maggiormente l'inclusione di studenti con BES:

- capacità di svolgere delle attività laboratoriali non complesse consistenti nell'osservare ed esplorare – sotto la supervisione di un docente/facilitatore che interviene occasionalmente e/o su richiesta per chiarire aspetti dubbi sull'implementazione dell'attività e/o per stimolare l'osservazione – un fenomeno naturale, raccogliendo informazioni qualitative su quanto osservato
- capacità di lavorare in piccoli gruppi (3-5 alunni) i cui membri sono pari di ruolo e di negoziare delle conclusioni ragionate e condivise
- capacità di tracciare semplici grafici a colonne.

Di seguito vengono riportati i materiali necessari ad un gruppo di studenti per svolgere le attività previste nell'unità di apprendimento:

- un mattone di schiuma floreale
- due automobiline: una a molla e una senza molla
- due piste per automobiline: una pista in discesa con altezza di partenza regolabile e un "giro della morte"
- una pista per biglie
- una biglia da usare per la pista; altre biglie aventi tra loro lo stesso diametro ma masse diverse, da usare per creare crateri da caduta nel mattone di schiuma floreale
- una *gravicar* (Douglas, 1989).

La parte laboratoriale è costituita da un'attività a circuito suddivisa nelle seguenti stazioni:

- 1) "Crateri da impatto" (Tab. 1 - A)
- 2) "Giro della morte" (Tab. 1 - A)
- 3) "Macchinina a molla"
- 4) "Pista delle biglie" (Tab. 1 - B)
- 5) "Gravicar" (Tab. 1 - C)
- 6) "Salto in lungo" (Tab. 1 - D)

IMPLEMENTAZIONE DELL'ATTIVITÀ IN CLASSE

Successivamente alla progettazione, l'unità di apprendimento è stata sperimentata nell'anno scolastico 2021-22 in due classi prime di un Istituto Tecnico, settore Economico, indirizzo Turismo (ISIS Da Vinci Carli de Sandrinelli di Trieste), aventi rispettivamente con 20 e 16 studenti. L'unità di apprendimento si è articolata su un totale di quattro ore di lezione distinte (Tabella 2); durante la sperimentazione, le lezioni sono state condotte in

compresenza dal docente curricolare – con compiti di introduzione della lezione e di gestione della classe – e dalla ricercatrice – con compiti di supervisione della corretta implementazione, di supporto alle attività, di osservatrice nonché di facilitatrice del dialogo inerente al processo di investigazione degli esperimenti effettuati. Tutte le attività sono state svolte nella classe e non in un laboratorio di fisica.

Nell'investigazione ISLE, l'attività in classe segue un ritmo molto intenso: per ciascuna consegna non vengono lasciati più di dieci minuti per poi lasciar spazio ad un *time for telling* di comunicazione e condivisione (Brookes et al., 2020). Questo è un tempo indicativo per preparare il *setting* sperimentale e raccogliere le prime osservazioni sulle proprie lavagne di lavoro e viene stabilito in base alla

richiesta propria dell'attività al fine di mantenere alto l'*engagement* degli studenti. Ogni gruppo, infatti, ha una lavagna bianca e pennarelli colorati per registrare le proprie osservazioni e dare le risposte ai quesiti d'investigazione formulati (Figura 3). La lavagna è lo strumento di condivisione delle idee e serve per supportare gli studenti nel processo di rappresentazione esterna dei concetti. Per la tempistica adottata, nel lavoro di gruppo non sono stati assegnati ruoli predefiniti. La tipologia delle consegne era accessibile a tutti, includendo nel processo anche gli studenti BES senza necessità di offrire loro un supporto individualizzato.

Tab. 1. Alcuni esempi di giochi “energetici” utilizzati nell'unità di apprendimento.



A) Il mattone di schiuma floreale con i “crateri da impatto” e il giro della morte della pista *Hot-Wheels*.



B) La pista delle biglie.



C) La *Gravicar* realizzata per l'attività.



D) Il “salto in lungo”.

Energy games: implementing an ISLE-based learning sequence to teach energy in technical and vocational schools

Come modalità di rappresentazione delle loro osservazioni agli studenti è stato fornito uno strumento estremamente semplice ma di grande efficacia: i diagrammi a barre dell'energia (energy bar charts) consentono di amplificare il ruolo di ciascun contributo energetico nelle "fotografie" del processo in istanti/tempi diversi (Van Heuleven & Zou, 2001). Nella didattica

proposta nei libri di testo italiani non vi è un uso integrato di tale strumento di rappresentazione (Bologna & Longo, 2022). Il loro utilizzo facilita il processo di comprensione qualitativa del fenomeno prima di passare ad una sua rappresentazione di tipo quantitativo (Figura 4).

Tab. 2. Scaletta delle attività proposte durante l'unità di apprendimento adattate al livello di istruzione e alla tipologia di curriculum rispetto le originali.

Lezione	Titolo della lezione	Obiettivi	Attività
1	Energia cinetica.	<p>Osservare il cambiamento dell'energia causato dal lavoro delle forze esterne su un oggetto in moto.</p> <p>Rappresentare il cambiamento e il lavoro con un grafico a barre (lavoro positivo, lavoro negativo)</p>	<p>Ogni gruppo ha a disposizione un set di automobiline che deve osservare in diverse situazioni di moto:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Spinta iniziale per osservare cosa succede nel tratto di moto in cui l'automobilina va a velocità costante 2. Spinta continua con la mano: osservare velocità iniziale e finale 3. Spinta iniziale e poi osservo il moto se metto una mano che in modo costante ferma la macchinina <p>Parametri da cambiare: intensità della spinta e massa dell'automobilina.</p>
2	Energia potenziale gravitazionale.	<p>Osservare l'effetto della caduta mettendo in relazione i parametri che la caratterizzano (massa pallina, altezze diverse, profondità de! buco sulla spugna)</p> <p>Rappresentare il cambiamento e il lavoro con un grafico a barre</p>	<p>Ogni gruppo ha a disposizione una spugna floreale, due biglie (una di metallo e/o pongo e una di vetro - massa da determinare con bilancia in classe, e diametro con calibro in classe), metro da muratore, scotch di carta, 2 mollette, stuzzicadenti per misurare la profondità della buca.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Caduta libera delle biglie da diverse altezze prima singolarmente 2. Caduta libera delle biglie in modo da ottenere lo stesso effetto sulla spugna 3. Raccolta osservazioni: registrare altezza e osservare effetto (profondità buca) anche con documentazione fotografica dell'effetto osservato. 4. Discussione collettiva e rappresentazione della distribuzione dell'energia mediante grafico a colonne
3	Verso le conversioni di energia.	<p>Consolidare i concetti relativi a energia cinetica, energia potenziale gravitazionale e lavoro</p> <p>Rappresentare le conversioni di energia con i grafici a barre</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Con i materiali della lezione 2 risolvere il problema fisico: a che altezza devo mettere la biglia di vetro e quella di pongo (con lo stesso diametro) affinché con la caduta formino una buca nella spugna da fiori con le stesse caratteristiche 2. Osservazione del grafico a barre di lavoro ed energia nel caso: "lancio una biglia in aria" 3. Definizione mediata dell'energia potenziale gravitazionale. 4. Montaggio della pista per le macchinine e rappresentazione del grafico a barre dell'energia cinetica e potenziale in diversi momenti. Perché l'auto riesce a fare il giro della morte? Da quale altezza devo far partire la macchinina affinché riesca a fare il giro della morte?
4	Conversione dell'energia meccanica e conversione dell'energia.	<p>Utilizzare i grafici dell'energia a barre per descrivere situazioni energetiche differenti e per fare previsioni</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. A quale altezza devo far partire l'automobilina affinché riesca a fare il giro della morte? 2. Ho un'energia iniziale maggiore con l'energia elastica o con quella potenziale gravitazionale?



Fig. 3. Alcuni esempi di “balbettio” fisico sui diagrammi a barre dell’energia durante le fasi di osservazione dei “giochi energetici”.

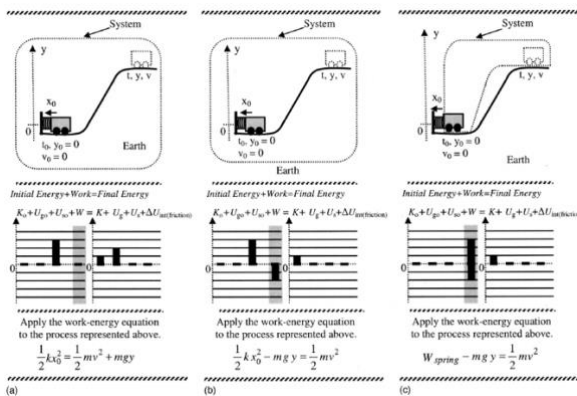


Fig. 4. Immagine esemplificativa dell’utilizzo dei diagrammi a barre di energia tratto dall’articolo di Van Heuleven & Zou (2001): la rappresentazione con il diagramma a barre consente allo studente di valutare la consistenza tra le rappresentazioni multiple di un fenomeno fisico e di tradurre in modo coerente e consistente rappresentazioni diverse, prima di arrivare alla rappresentazione in linguaggio matematico (Bologna et al., 2023).

Alla fase del lavoro di gruppo segue un momento di condivisione collettiva: ogni gruppo “racconta” quanto

rappresentato sulle proprie lavagne agli altri e si discute insieme. Questa fase è importantissima per la negoziazione dei significati delle rappresentazioni e per la comunicazione dei propri risultati di indagine. Ma ancora di più, questa fase consente allo studente di lavorare sul processo di esternalizzazione delle rappresentazioni che supporta il livello più profondo di costruzione della rappresentazione interna, ossia del modello mentale (Van Heuleven & Zou, 2001). Favorire il “balbettio fisico” su rappresentazioni che lo studente riesce a manipolare con più semplicità rispetto alla rappresentazione in linguaggio matematico garantisce, a livello cognitivo, lo sviluppo di processi che stanno alla base dell’acquisizione di competenze scientifiche.

RISULTATI

I risultati di questa sperimentazione didattica hanno riguardato sia il processo di insegnamento che quello di apprendimento. Per quanto riguarda il processo d’insegnamento ci limiteremo a presentare la progettazione didattica quale risultato del cambiamento che il docente ha messo in atto (rispetto al modo in cui in precedenza progettava e realizzava le proprie attività in classe), con le conseguenti ricadute sulla modalità di insegnamento. Dal punto di vista degli apprendimenti, invece, ci focalizzeremo sugli aspetti di partecipazione e di comprensione concettuale degli studenti

1) Processo di insegnamento: progettazione didattica

La progettazione di un piano di lavoro per una unità di apprendimento sull’energia, adatta ad una classe prima di un Istituto Tecnico e/o di un Istituto Professionale, redatta secondo un approccio ISLE è stato il primo importante risultato di questa ricerca. L’approccio ISLE nasce nell’ambito della didattica universitaria dei college americani per i corsi cosiddetti algebra-based (ovvero i corsi che non richiedono conoscenze di analisi matematica per poter essere affrontati). La “mediazione scolastica” di tale approccio, intesa sia dal punto di vista di livello scolare sia dal punto di vista culturale, è quanto riteniamo possa considerarsi un primo risultato di questa sperimentazione.

L’articolazione oraria degli obiettivi e delle attività dell’unità di apprendimento (come riportate nella Tabella 2) sono l’esemplificazione del processo di mediazione messo in atto in questa sperimentazione didattica (le attività sono state elaborate a partire da quelle proposte nell’ambito dell’approccio ISLE¹).

Quanto ci sembra più interessante evidenziare è il ruolo chiave degli esperimenti di osservazione che

¹ L’attività si riferisce al Capitolo 7 del Libro “College Physics – Explore and Apply” (Van Heuleven, Etkina, Planinsic, 2018)

guidano lo studente all'elaborazione e alla ricerca di caratteristiche che gli consentano di "descrivere" il fenomeno fisico

Il ruolo del docente è quello di fornire un sistema fisico (in questo caso il gioco energetico) che "parla" agli studenti aiutandoli a produrre poi una rappresentazione esterna del fenomeno che racconta a loro e agli altri quello che sta succedendo dal punto di vista energetico.

2) Processo di insegnamento: ricadute sulle modalità di insegnamento

Il docente che inizia ad adottare l'approccio ISLE va sostenuto e accompagnato nel processo di cambiamento. Abbandonare le prassi "di controllo" del proprio agire didattico non è semplice. Ad esempio, nella fase antecedente all'implementazione dell'unità di apprendimento, il docente curricolare ha espresso alla ricercatrice la propria preoccupazione in merito a possibili criticità nella gestione delle classi durante le attività laboratoriali, a causa di pregresse esperienze non positive in attività apparentemente simili. Un ulteriore fattore di dubbio da parte del docente, in merito all'efficacia di questo approccio, era dovuto alla modesta fiducia nell'efficacia di un'attività svolta in massima parte in gruppo e non individualmente. Il lavoro di gruppo limita l'azione di controllo del docente a favore di un processo di auto-controllo tra pari attivato dal coinvolgimento nel processo di costruzione della conoscenza. Essere attivamente coinvolti produce negli studenti un effetto positivo anche nell'attivazione di processi cognitivi e metacognitivi.

Successivamente all'implementazione, l'osservazione in classe di quanto gli alunni fossero coinvolti e attivi è stata di gran lunga il motore che ha spinto, attività dopo attività, a consolidare il cambiamento. Infatti, è opinione concorde del docente e della ricercatrice che un risultato alquanto significativo è stato il coinvolgimento di tutti gli studenti alle attività proposte. Tale osservazione è stata confermata dall'analisi statistica descrittiva dei dati raccolti dalla somministrazione (Bologna & Peressi, 2021a), ad attività conclusa, del questionario sugli atteggiamenti verso la Fisica (Figura 5).

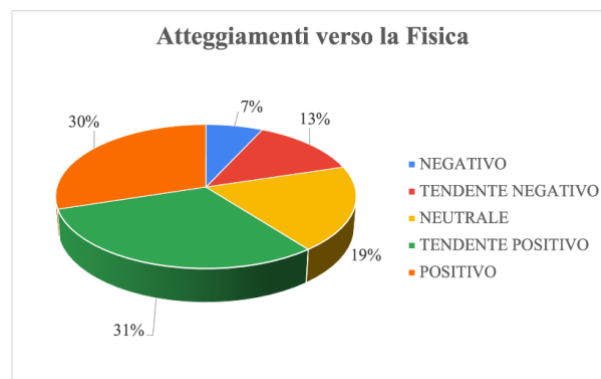


Fig. 5. Analisi del questionario sugli atteggiamenti verso la Fisica (Bologna & Peressi, 2021a) somministrato a conclusione della sperimentazione didattica.

Certamente si tratta di un dato parziale, che fotografa l'atteggiamento degli studenti alla conclusione del percorso fatto. In ogni caso, ci pare che sia indicatore della ricaduta positiva che tale attività abbia avuto sulle due classi.

3) Processo di apprendimento: comprensione concettuale

L'analisi delle risposte che gli studenti hanno trascritto sulle loro lavagne ci ha consentito di registrare il processo di apprendimento che è stato attivato. Nella Figura 6 sono riportati alcuni esempi.

Quello che risulta molto chiaro è che gli studenti, con elevato livello di comprensione, riescono ad indentificare chiaramente quali siano i contributi energetici in gioco nei diversi momenti di osservazione del fenomeno. Nei diversi giochi energetici gli studenti hanno saputo identificare e distinguere la tipologia del contributo energetico e la pluralità dei contributi "in gioco". Riconoscere poi la caratterizzazione del processo descrivendo il cambiamento di un singolo contributo ha enfatizzato il significato concettuale di "conversione di energia".

La comprensione concettuale "energetica" del processo è apparsa molto trasparente e il diagramma a barre è stato un facilitatore concettuale e un mediatore di significato molto più esplicitivo di altre rappresentazioni (come quella in linguaggio matematico). Agli studenti non è stato poi chiesto di passare ad una descrizione quantitativa del processo nella formalizzazione matematica. Purtroppo, i tempi a disposizione per l'unità didattica non hanno permesso di esplorare il consolidamento concettuale con l'utilizzo di un'altra rappresentazione del fenomeno. Ciononostante, tutti i gruppi hanno chiaramente dimostrato una buona padronanza anche lessicale nella capacità di descrivere il fenomeno e in alcuni casi la sua complessità dal punto di vista energetico. Nessuno si è sentito inadeguato nell'affrontare le attività richieste, e nel partecipare alle discussioni.

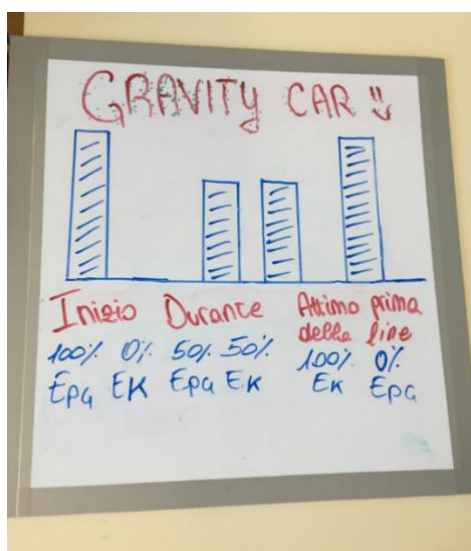
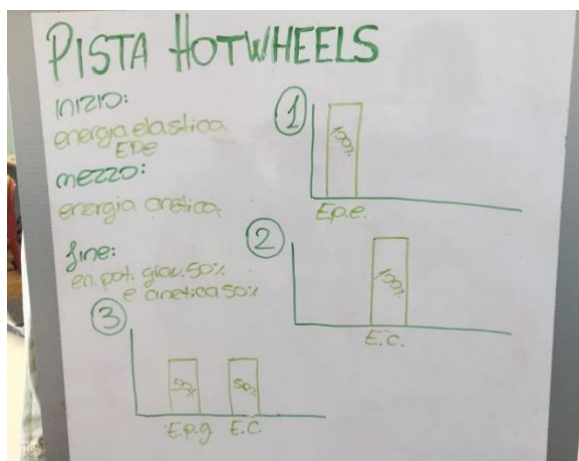
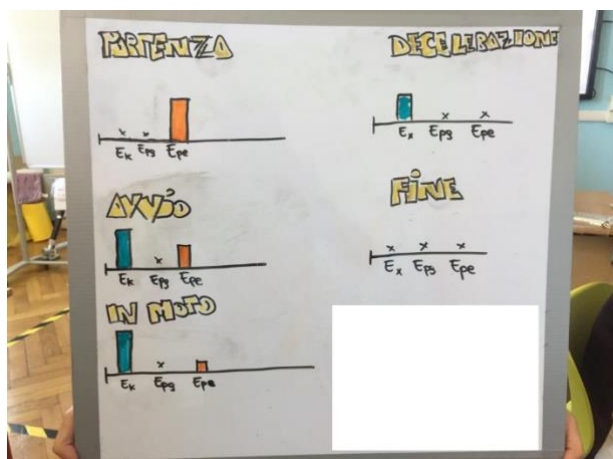


Fig. 6. Analisi della descrizione qualitativa dei processi di conversione energetica attraverso l'utilizzo dei diagrammi di energia.

CONCLUSIONI

I risultati osservati in questa sperimentazione didattica ci hanno rinsaldato nella convinzione della validità di promuovere l'approccio ISLE nella scuola italiana, non soltanto nell'insegnamento/apprendimento liceale, ma anche negli Istituti Tecnici e Professionali. Questo risultato apre la prospettiva di sviluppare e proporre attività ISLE-based anche nella scuola secondaria di primo grado con alcune sperimentazioni già in atto nelle scuole del Friuli Venezia Giulia.

Sebbene quella presentata sia stata un'esperienza limitata, per numero di ore e argomento trattato, il processo di cambiamento che ha accompagnato la sua realizzazione ci induce a pensare quanto qualsiasi innovazione implichi, prima di tutto, una revisione delle abitudini degli insegnanti di fisica. Tale revisione parte da una riflessione profonda e motivata del perché insegniamo la fisica. Ed è questa la prima riflessione che ci aiuta a migliorare il nostro modo di insegnare.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare la prof.ssa Valentina Valenta per aver fornito parte del materiale utilizzato durante le attività e per le preziose opportunità di confronto inerenti alle attività laboratoriali di questa unità di apprendimento. Quanto descritto in questo articolo è stato parte di un più ampio progetto di ricerca di dottorato dal titolo "An Early Physics approach to improve students' scientific attitudes. The role of teachers' habits" del Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Trieste, che ha coinvolto diversi docenti di Fisica dell'area triestina nell'innovazione delle proprie prassi didattiche. Durante il percorso di riflessione i docenti sono stati invitati a partecipare a workshop di formazione all'ISLE per i quali si desidera ringraziare la disponibilità della prof.ssa Eugenia Etkina e del prof. Gorazd Planinsic (ottobre 2021 - maggio 2022; Bologna et al., 2022).

SUGGERIMENTI PER INIZIARE A IMPLEMENTARE L'ISLE:

Letture consigliate:

- https://www.openstarts.units.it/bitstream/10077/34174/3/Bologna-Longo_24.pdf (Italiano).
- <https://iopscience.iop.org/book/mono/978-1-64327-780-6.pdf> (Inglese)

Link/contatti utili:

- Adottare l'approccio ISLE (https://www.islephysics.net/?page_id=53; in inglese).
- Iscrivere al gruppo Facebook "Exploring and Applying Physics" per diventare membri della

comunità. Il gruppo offre workshop mensili (in inglese).

- Contattare Valentina Bologna (valentina.bologna@units.it) o Francesco Longo (francesco.longo@ts.infn.it) del Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Trieste, per avere informazioni e pianificare attività di formazione docenti nelle scuole.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Bologna V & Peressi M (2021a). Ti piace la Fisica?, *Giornale di Fisica LXII* (3), 319-338, <https://www.sif.it/riviste/sif/gdf/econtents/2021/062/03/article/3>
- Bologna V & Peressi M (2021b). Attitudes towards Physics: Developing an instrument to measure the Physics learning improvement in Italian high school, *Il Nuovo Cimento C* 44 (4-5), 158 (1-4). <https://www.sif.it/riviste/sif/ncc/econtents/2021/044/04-05/article/52>
- Bologna V & Longo F (2022), Perché insegnare la Fisica con l'approccio ISLE, *QuaderniCIRD* 24 (29-51).
- Bologna V, Leban S P, Longo F, Peressi M, Sorzio P (2023). Implementing the Use of Energy Bar Charts in the Framework of an Early Physics approach, *Journal of Physics Conference Series*, 2490(1) (012009/1-12).
- Bologna V, Longo F & Peressi M (2022). Insegnare la Fisica partendo dai processi di apprendimento, *QuaderniCIRD* 24 (142-149).
- Brookes D T, Etkina E, Planinsic G (2020). Implementing an epistemologically authentic approach to student-centered inquiry learning, *Phys. Rev. Sp. Top.: Phys. Ed. Res.* 16 (1-22).
- Buggé D & Etkina E (2020). The long-term effects of learning in an isle approach classroom. *Physics Education Research Conference 2020* (63– 68).
- Chinn C A & Malhotra B A (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2) (175– 218).
- Dehaene S (2020). *How we learn – Why Brains Learn Better Than Any Machine...For Now*, Penguin Publishing Group
- Douglas P N (1989), Teaching about energy with the gravicar, *Phys. Educ.*, 24 (310-312).
- Etkina E, Gregorcic B & Vokos S (2017). Organizing physics teacher professional education around productive habit development: A way to meet reform challenges. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 13 (010107-1, 010107-16).
- Etkina E, Brookes D T & Planinsic G (2019). *Investigative science learning environment*, Morgan; Claypool Publishers.
- Etkina E, Van Heuvelen A, White-Brahmia S, Brookes DT, Gentile M, Murthy S, Rosengrant D, and Warren A (2006). Scientific abilities and their assessment. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 2 (020103).
- INVALSI (2022), *Rapporto INVALSI 2022* https://invalsi-areaprove.cineca.it/docs/2022/Rilevazioni_Nazionali/Rapporto/Rapporto_Prove_INVALSI_2022.pdf
- Magliarditi G, Montalbano V & Russo A C (2020). Indagine sulle esigenze formative degli insegnanti di fisica. *La Fisica nella Scuola*, 53(3-4), 149–158.
- MIUR (2010), *Linee Guida per il passaggio al nuovo ordinamento*, *Gazzetta Ufficiale* 76 (supplemento speciale n. 60 del 30/03/2012) <https://rb.gy/zsnzde>
- MIUR (2018), *Regolamento recante la disciplina dei profili di uscita degli indirizzi di studio dei percorsi di istruzione professionale*, *Gazzetta Ufficiale* 35/L, Serie Generale n. 173 del 27/07/2018, supplemento ordinario n. 35 <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2018/07/27/18G00117/sg>
- Van Heuvelen A and Zou X (2001). Multiple Representations of work-energy processes, *Am. J. Phys.* 69 (184-194)
- Zull J E (2004). The Art of Changing the Brain, *Educational Leadership*, 62(1) (68-72).

Il mistero della prima pietra

Tullio Basaglia,¹

¹già CERN



Fig.1: Original images from CERN's first foundation stone ceremony at the SC. The audience was full of local and international authorities.

Il 18 settembre 1793, un uomo che indossava un grembiule massonico si arrampicò su una trincea vicino al fiume Potomac, dove si trova la città di Washington. Aveva appena posato su di esso un piatto d'argento e una pesante pietra angolare.

L'iscrizione sulla lastra recitava: “Questa pietra angolare del sud-est del Campidoglio degli Stati Uniti d'America nella città di Washington, fu posta [...] nel primo anno del secondo mandato della presidenza di George Washington, le cui virtù nell'amministrazione civile del suo paese sono state altrettanto cospicue e benefiche [...]”. La cerimonia ha visto una processione a cui si sono unite le logge massoniche del Maryland e della Virginia. Secondo i rapporti, le logge hanno marciato ‘al suono della musica e del rullio dei tamburi, tra lo sventolio delle bandiere e l'esultanza degli spettatori’”.

Il 10 giugno 1955 a Meyrin, Felix Bloch, Premio Nobel per la Fisica 1952 e primo Direttore Generale del CERN, pose la prima pietra del sito del Laboratorio, sotto gli occhi di un sorridente Max Petitpierre, allora Presidente della Confederazione Elvetica, che teneva solennemente in mano una cazzuola. Nel discorso eloquente, ma non retorico, che precedette la posa della pietra, disse: “Quando si è posta la questione dell'istituzione in Svizzera di questo laboratorio europeo, si sono levate voci per raccomandare, prima alle autorità e poi ai ginevrini chiamati a decidere, di declinare l'onore, poiché ritenevano pericoloso accogliere qui questa nuova istituzione. I lunghi e crudeli anni che il mondo ha vissuto, le difficoltà incontrate per risolvere i problemi politici e

sociali aperti dall'ultima guerra, non devono però intaccare la fiducia in un futuro migliore e più sereno. E questa fiducia può nascere e svilupparsi solo attraverso una collaborazione sempre più stretta in tutti gli ambiti in cui è possibile. Per questo la Confederazione ha deciso di accettare che il laboratorio sia installato sul proprio territorio.”

Probabilmente vi starete chiedendo cosa hanno in comune questi due eventi epocali. La risposta è che in entrambi i casi non è possibile determinare con certezza dove si trovino le rispettive prime pietre. Tuttavia, grazie a pietre angolari immateriali ma solide, entrambe le istituzioni godono di un glorioso passato e hanno davanti a sé un grande futuro!

BIBLIOGRAFIA PER I CURIOSI:

Pose de la première pierre : signature de l'accord avec le Conseil Fédéral Suisse
<https://cds.cern.ch/record/327912>
First Cornerstone
<https://www.aoc.gov/explore-capitol-campus/art/first-cornerstone>
United States Capitol cornerstone laying
https://en.m.wikipedia.org/wiki/United_States_Capitol_cornerstone_laying#:~:text=The%20precise%20location%20of%20the,expansions%20of%20the%20original%20building.

The cornerstone mystery

Tullio Basaglia,¹

¹già CERN



Fig.1: Original images from CERN's first foundation stone ceremony at the SC. The audience was full of local and international authorities.

On September 18th, 1793, a man wearing a masonic apron climbed up a trench near the Potomac River, where the city of Washington is. He had just laid a silver plate and a heavy cornerstone on it.

The inscription on the plate read: "This Southeast corner stone, of the Capitol of the United States of America in the City of Washington, was laid [...] in the first year of the second term of the Presidency of George Washington, whose virtues in the civil administration of his country have been as conspicuous and beneficial [...]". The ceremony saw a procession that was joined by Masonic lodges from Maryland and Virginia. According to reports, the lodges marched "with music playing, drums beating, colours flying, and spectators rejoicing".

On June 10th 1955, in Meyrin, Felix Bloch, 1952 Nobel Prize for Physics and CERN's first Director-General, laid the foundation stone on the Laboratory site, watched by a smiling Max Petitpierre, then President of the Swiss Confederation, who was solemnly holding a trowel.

In an eloquent, though unrheterical speech preceding the laying of the stone, he said: « When the question arose of the establishment in Switzerland of this European laboratory, voices were raised to recommend, first to the authorities, then to the people of Geneva called upon to decide, to decline the honour, that they considered it perilous to welcome this new institution here. The long and cruel years that the world has lived through, the difficulties encountered in solving the political and social problems opened up by the last war, must not, however,

destroy confidence in a better and more peaceful future. And this trust can only be born and develop through increasingly close collaboration in all areas where it is possible. This is why the Confederation has resolved to accept that the laboratory be installed on its territory. »

You are probably wondering what do these two momentous events have in common. The answer is that in both cases the whereabouts of the respective cornerstones cannot be determined with certitude. Nevertheless, thanks to immaterial yet solid cornerstones, both institutions enjoy a glorious past and have a great future ahead of them!

BIBLIOGRAPHY FOR THE CURIOUS:

Pose de la première pierre : signature de l'accord avec le Conseil Fédéral Suisse

<https://cds.cern.ch/record/327912>

First Cornerstone

<https://www.aoc.gov/explore-capitol-campus/art/first-cornerstone>

United States Capitol cornerstone laying

https://en.m.wikipedia.org/wiki/United_States_Capitol_cornerstone_laying#:~:text=The%20precise%20location%20of%20the,expansions%20of%20the%20original%20building.

SM18: unique in many aspects

TeaMS Editorial Office



Fig.1: The brand-new exhibition at SM18

Da quando fu costruita nel 1984, SM18 è sempre stata il cuore di molte importanti attività che appartengono alla storia del Laboratorio, dai test delle cavità a radiofrequenza di LEP¹ a quelli cruciali per la qualifica delle migliaia di magneti di LHC. E nonostante siano passati molti anni e molte tecnologie, oggi SM18 continua ad essere il centro di attività cruciali per molti progetti legati a [HL-LHC](#), la versione di LHC ad alta luminosità che sta piano piano sostituendo LHC.

Alcune delle attività attualmente in corso a SM18 riguardano naturalmente i nuovissimi magneti che, con il loro potentissimo campo di 11 Tesla, riusciranno a focalizzare i fasci di protoni che, in HL-LHC, potrebbero arrivare ad intensità (in termine più tecnico: “luminosità”) fino a 5-7 volte superiori a quelle attualmente realizzate da LHC. SM18 è anche il sito dove vengono preparate le cavità “granchio”, capaci di modificare la traiettoria dei fasci pochi metri prima di entrare nei grandi esperimenti di ATLAS e CMS. Il design innovativo, *made in CERN*, permette a questi complessi sistemi di ottimizzare l’angolo di collisione e massimizzare il numero di collisioni.

Ma forse, la cosa più sorprendente di SM18 che sarà visibile a distanza dalla nuova zona espositiva e unica in

tutto il CERN, è la ricostruzione di una parte di HL-LHC con tutte le relative connessioni e componenti. Si chiama: HL-LHC IT String.

A partire da settembre, grazie alla nuova zona espositiva che stiamo installando proprio in questi giorni, sarà possibile per i visitatori conoscere da vicino tutte le varie attività in corso a SM18.

Fino a poco più di un anno fa, con il suo mezzo milione di visitatori, SM18 era l’itinerario CERN più visitato degli ultimi dieci anni. La nuova zona espositiva li porterà nel cuore delle nuove tecnologie di accelerazione nella hall in cui queste sono veramente testate, davanti agli occhi dei visitatori.

Un luogo unico e autentico che si mostrerà al pubblico con una veste moderna e elegante.

Vi aspettiamo!

¹ Large Electron Positron (LEP) collider, l’acceleratore che ha preceduto LHC e che è rimasto in funzione fino al 2000.

Books, books, books

Tullio Basaglia

CERN

Manifesto per un'educazione civica alla scienza

di Nico Pitrelli e Mariachiara Tallacchini

Codice Edizioni, 2023
ISBN 9791254500897



Sabato 10 luglio 1976 una nube di diossina fuoriusci' dagli impianti dell'industria chimica ICMESA di Seveso. Solo una settimana dopo il sindaco di Meda emise un'ordinanza che riportava divieti e obblighi da rispettare in seguito ai danni ambientali causati dalla nube tossica. Il ritardo nei provvedimenti e il sostanziale silenzio iniziale delle autorità sui rischi per la popolazione era il risultato di una situazione nuova, cui gli amministratori non erano preparati.

A distanza di anni, una direttiva europea assicurò per la prima volta il diritto all'informazione come parte essenziale del diritto di cittadinanza.

La recente esperienza della pandemia ha portato prepotentemente alla ribalta la questione del rapporto tra l'*expertise* scientifica e la democrazia con i suoi meccanismi decisionali.

Nel libro di cui si parla, queste due esperienze fondano una riflessione sull'evoluzione dei rapporti tra scienza e democrazia e tra educazione civica e cultura scientifica. L'assunto iniziale del libro è che la Costituzione, alla base della nostra cultura civica, non si sofferma sulla tematica del rapporto tra la conoscenza scientifica e le istituzioni chiamate a prendere decisioni sulla sicurezza e la salute pubblica. Di qui la necessità di fondare un'educazione civica alla scienza che non solo affermi il diritto alla conoscenza e all'informazione come aspetti essenziali della cittadinanza, ma indichi anche le istituzioni giuridiche grazie alle quali nuove forme di produzione di sapere scientifico, come ad esempio la *citizen science*, possano supportare le decisioni politiche laddove una competenza scientifica è indispensabile.

Questo è un libro più che mai necessario, che fa giustizia di semplificazioni "tecnocratiche", in cui "*science speaks the truth to politics*" (= la posizione dei decisori che si limitano ad affermare "noi obbediamo agli scienziati") e di posizioni demagogiche e antiscientifiche.

Materia: la magnifica illusione

di Guido Tonelli

Feltrinelli, 2023
ISBN 9788807493515



Un'evidente continuità tematica e stilistica lega "Materia: la magnifica illusione" a "Genesi: il grande racconto delle origini" (2019) e a "Tempo: il sogno di uccidere Chronos" (2021).

L'autore presenta alcuni concetti e fenomeni della fisica delle particelle in un flusso narrativo in cui fisica e filosofia, arte e letteratura dialogano tra loro in modo naturale e "necessario": una cultura volutamente priva di attributi e non compartimentata nutre questo racconto, che parte dalle origini della parola "materia" e si conclude con una critica della concezione materialistica dell'Universo.

L'energia positiva che muove il ricercatore è una combinazione di curiosità intellettuale, di rigore e di resilienza di fronte alle inevitabili delusioni. I naturali complementi di queste qualità sono lo stupore di fronte alla bellezza e il piacere della sfida intellettuale e della scoperta. Questo stupore e questa "gioia di capire" percorrono la trama della narrazione di questo e degli altri libri di Guido Tonelli e sono sentimenti contagiosi.

C'è nelle opere dell'autore un forte richiamo alla dimensione collettiva dello sforzo scientifico, che non può semplicemente derivare dalle specificità della ricerca in fisica sperimentale, che si fa utilizzando macchine molto complesse e richiede il lavoro di gruppi molto vasti di scienziati. Il messaggio è che la ricerca è sempre un'avventura collettiva, che necessita di un confronto continuo con una comunità.

Si resta dapprima colpiti dall'affermazione che la materia, nella sua tangibilità, concretezza e - nel caso degli astri - di apparente perennità, è mortale come noi. L'autore ci persuade a guardare all'Universo con occhi nuovi; con le parole di Shakespeare, se "nello spazio e nel tempo di un sogno è racchiusa la nostra breve vita", fatte le debite proporzioni, lo stesso si può dire dei corpi celesti.